

**Bernd Zinn** (Universität Stuttgart)

**Emre Güzel** (Universität Stuttgart)

**Felix Walker** (Technische Universität Kaiserslautern)

**Reinhold Nickolaus** (Universität Stuttgart)

**Duygu Sari** (Universität Stuttgart)

**Matthias Hedrich** (Universität Stuttgart)

**ServiceLernLab – Ein Lern- und Transferkonzept für  
(angehende) Servicetechniker im Maschinen- und  
Anlagenbau**

**Herausgeber**

Bernd Zinn

Ralf Tenberg

**Journal of Technical Education (JOTED)**

**ISSN 2198-0306**

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

**Bernd Zinn, Emre Güzel, Reinhold Nickolaus, Duygu Sari, Matthias Hedrich (Universität Stuttgart) & Felix Walker (Technische Universität Kaiserslautern)**

## **ServiceLernLab – Ein Lern- und Transferkonzept für (angehende) Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau**

### **Zusammenfassung**

Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau stehen vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung des Dienstleistungssektors und den Effekten des demografischen Wandels vor zentralen Herausforderungen in der Personalentwicklung. Sie müssen dem wachsenden Bedarf an hoch qualifizierten Servicetechnikern nachkommen - neue qualifizierte Fachkräfte für den Servicebereich gewinnen, betriebsspezifisch weiterbilden und eine systematische Sicherung zum Erhalt des spezifischen Erfahrungswissens ausscheidender Servicetechniker im Unternehmen betreiben. An der Universität Stuttgart entwickelte und erprobte das Institut für Erziehungswissenschaft ein technikdidaktisches Konzept zur Kompetenzentwicklung bzw. zum Kompetenztransfer für Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau (ServiceLernLab). Transfer bezieht sich dabei einerseits auf den Transfer zwischen erfahreneren und weniger erfahrenen Personen und andererseits auf den Anspruch, das Konzept so anzulegen, dass ein Transfer der in spezifischen Anforderungssituationen erworbenen Kompetenzen auf andere Anforderungskontexte wahrscheinlicher wird. Zentrale Elemente dieses technikdidaktischen Konzepts sind zwei Schulungseinheiten: a) eine Einheit für die Kompetenzentwicklung im technischen Anforderungsbereich und b) eine Einheit zur sozialen Kompetenzentwicklung, speziell zur Perspektivenübernahme. Der Beitrag bietet (1.) eine Beschreibung der Anforderungen und Tätigkeiten von Servicetechnikern sowie Ansatzpunkte für ein innovatives Lehr-/ Lernkonzept (ServiceLernLab), (2.) eine Dokumentation der Umsetzung des ServiceLernLab bei (angehenden) Servicetechnikern des Maschinen- und Anlagenbaus und (3.) die Darstellung der erzielten Effekte des Lehr-/ Lernkonzeptes auf die Fachkompetenz (Fachwissen und Fehlerdiagnosekompetenz) sowie einen Vergleich von Selbst-, Fremdeinschätzungen und objektiven Fachkompetenzleistungen.

*Schlüsselwörter: Servicetechniker, Dienstleistungssektor, Lernfabrik, Fehlerdiagnosekompetenz, Erfahrungswissen*

### **ServiceLernLab – A learning and transfer concept for (future) service engineers in the mechanical and plant engineering sector**

#### **Abstract**

Companies in the mechanical and plant engineering sector are faced with the growing importance of the service sector and the effects of demographic change against the background of key challenges facing HR development. They need to meet the growing demand for highly

qualified service engineers - recruit and provide ongoing company-specific training for newly qualified skilled professionals for the service sector and adopt a systematic approach to retain the specific expertise acquired by service engineers leaving the company. The Institute of Educational Sciences at the University of Stuttgart has developed and tested a technical training concept for the development and transfer of expertise for service engineers in the mechanical and plant engineering sector (ServiceLernLab). Transfer relates firstly to the transfer between experienced and less experienced people and secondly to the aspiration to design a concept in such a way that the transfer of expertise acquired in specific requirement situations is more likely in other requirement contexts. Two training units are key elements of this technical training concept, a) one unit for the development of expertise for a range of technical requirements and b) a teaching unit for social skills development, specifically for adopting perspectives. The article provides (1.) a description of the requirements and activities of service engineers as well as the starting point for an innovative teaching/learning concept (ServiceLernLab), (2.) documentation relating to the implementation of ServiceLernLab for (future) service engineers in the mechanical and plant engineering sector and (3.) an illustration of the effects achieved by the teaching/learning concept on the technical expertise (technical knowledge and troubleshooting expertise) as well as a comparison of self assessments and external assessments and technical performance.

*Keywords: service engineers, service sector, learning factory, troubleshooting expertise, practical knowledge*

## **1. Problemstellung**

Der industrielle Dienstleistungsbereich ist für den Maschinen- und Anlagenbau zu einem zentralen Geschäftsfeld und bedeutsamen Wettbewerbsfaktor geworden. Die strategische Bedeutung der industriellen Dienstleistung, im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus, hat in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen (vgl. VDMA 2012). Die Umsätze und Erträge des Dienstleistungsbereiches im Maschinen- und Anlagenbau entwickeln sich anhaltend positiv. Die Erträge aus Serviceumsätzen gehören zu den attraktivsten Ertragsquellen vieler Unternehmen (vgl. VDMA 2008). Publikationen zum Thema *industrielle Dienstleistungen* haben einen gemeinsamen Nenner: Sie alle sagen eine weiterhin wachsende Bedeutung der industriellen Dienstleistungen für den Erfolg und den Umsatzzuwachs der Unternehmen voraus. Jedes zweite Unternehmen plant in den kommenden Jahren den personellen Ausbau des Servicebereichs (vgl. z. B. Klimmer & Schreiber 2010). Der Ausbau der Dienstleistungen wird von der Maschinen- und Anlagenindustrie nach der Erschließung neuer regionaler Märkte als zweitwichtigste Strategie zur Verbesserung der Wettbewerbsposition genannt (vgl. VDMA 2012). Nach Angaben der Unternehmensberatung PricewaterhouseCoopers (vgl. PwC 2013), verfügen Unternehmen mit einem innovativen Serviceangebot über eine deutlich bessere ökonomische Stabilität als konkurrierende Unternehmen mit weniger elaboriertem Serviceangebot. Zusammenfassend wird der Service im industriellen Dienstleistungsbereich als „Wachstumsmotor und Ertragsmaschine“ bezeichnet (ebd.). Eine bedeutsame Rolle im

industriellen Dienstleistungsbereich spielen dabei die hochqualifizierten Servicetechniker. Sie sind wichtige Repräsentanten ihrer Firma. Durch ihr Auftreten, ihre fachlichen und sozialen Kompetenzen bestimmen sie wesentlich die Qualität der Beziehung zum Kunden und das Image der Firma. Servicetechniker sind sowohl mitverantwortlich für die Kundenzufriedenheit und -bindung als auch für den damit verbundenen wirtschaftlichen Erfolg der Firma. Die strategische Bedeutung des Servicesegments ist angesichts des Wettbewerbsdrucks gestiegen. Eine hohe Servicequalität und ein elaboriertes Dienstleistungsmanagement bilden einen zentralen Wettbewerbsvorteil. Diese Entwicklung, die fortschreitende Spezialisierung und eine hohe technologische Entwicklungsdynamik stellen die betroffenen Firmen vor die Herausforderung, fachliche und soziale Kompetenzen der Mitarbeiter im Dienstleistungsbereich kontinuierlich zu schulen (vgl. z. B. Horváth & Seiter 2012). Gleichzeitig führen die hohen Mobilitäts- und Belastungsanforderungen an die Servicetechniker zu einer erheblichen Fluktuation in diesem Beschäftigungssegment, wodurch wichtige erfahrungsbasierte Kompetenzen oftmals verloren gehen. Für die Servicetechniker, die hingegen über mehrere Jahre im Servicebereich tätig sind, bedeutet die Arbeitsbelastung nicht nur eine eingeschränkte Vereinbarkeit von Familie und Beruf, sondern führt z. T. zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen, die eine weitere Tätigkeit im Servicebereich verhindern (vgl. z. B. Zinn et al. 2015). Insbesondere das Ausscheiden älterer Mitarbeiter aus dem Erwerbsleben, die sich im Laufe der Jahre ein bedeutsames Erfahrungswissen über ein breites Spektrum der Produktpalette aufgebaut haben, führt zu Lücken in der Beschäftigtenstruktur, deren Schließung sich für die Unternehmen schwierig gestaltet. Aufgrund der absehbaren Veränderung der Altersstruktur der Mitarbeiter und der eher sinkenden Verweildauer im Servicebereich, werden der ohnehin bereits bestehende Bedarf an gesicherten Instrumenten zum Kompetenz- und Wissenstransfer sowie die Entwicklung alternativer Beschäftigungsmöglichkeiten für ältere Mitarbeiter im (externen) industriellen Dienstleistungsbereich noch dringlicher. Häufig gehen mit dem Ausscheiden von Mitarbeitern nicht nur wertvolle Kompetenzen für den Servicebereich, sondern auch das Unternehmen insgesamt verloren (vgl. z. B. Lichtsteiner 2004). Um den fluktuationsbedingten Verlust an wertvollen Kompetenzen zu vermeiden bzw. zu mildern, erscheint es wünschenswert, Konzepte und Instrumente für eine effektive Kompetenzentwicklung und eine Kompetenzdiagnostik für ein fundiertes Kompetenzmanagement im Dienstleistungsbereich zu entwickeln.

Der vorliegende Beitrag beschreibt ein Lern- und Transferkonzept (ServiceLernLab) speziell für Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau und berichtet von den Wirkungseffekten einer einwöchigen Schulungsmaßnahme mit den beiden Interventionsschwerpunkten (1.) Fachkompetenz (Schwerpunkt Fachwissen und Fehlerdiagnosekompetenz) und (2.) Sozialkompetenz (Schwerpunkt Perspektivenübernahme) bei (angehenden) Servicetechnikern. Hierzu wird im anschließenden zweiten Abschnitt der Forschungsstand zu den zentralen Aufgaben- und Tätigkeitsbereichen von Servicetechnikern und innovativen Lehr-Lernkonzepten dargestellt. Im dritten Abschnitt werden der konzeptuelle Aufbau und inhaltliche Zuschnitt des ServiceLernLab sowie deren Umsetzung beschrieben. Daran schließt sich im vierten bis sechsten Abschnitt die Darstellung der empirischen Untersuchung der

Wirkungseffekte der Schulung zur Förderung der Fehlerdiagnosekompetenz an. Der Beitrag endet mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

## 2. Forschungsstand

### 2.1 Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche von Servicetechniker

Die ersten Studien zum industriellen Dienstleistungssektor entstanden bereits in den 80er Jahren insbesondere im anglo-amerikanischen Raum (vgl. z. B. Levitt 1972; Langeard, Reffiat & Eiglier 1986; Cowell 1988; Northcraft & Chase 1985). Die Studien im Themenfeld von „Service Design“ und „New Service Development“ betonen insbesondere die grundlegende aufkommende ökonomische Relevanz des Angebots servicetechnischer Dienstleistungen<sup>1</sup>. Mittlerweile liegt eine große Anzahl von Studien mit unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkten im Bezugfeld vor. Die Studien fokussieren (1.) ein grundlegendes Beschreibungswissen zu den Ausprägungen und spezifischen Nutzungsmöglichkeiten industrieller Dienstleistungen (vgl. z. B. Menor, Tatikonda & Sampson 2002; Mödinger & Redling 2004), thematisieren (2.) verschiedene Partialperspektiven mit einem Fokus auf institutionelle, organisatorische, ökonomische und internationale Perspektiven des industriellen Dienstleistungsbereichs (vgl. z. B. Fleig, Horváth & Seiter 2012; Meyer, Kantsperger & Blümelhuber 2006; Spath & Zähringer 2006) und behandeln (3.) die systematische Entwicklung und Gestaltung des „Service Engineering“ unter Einbezug bereichsspezifischer Modelle, Methoden und (Software-)Werkzeuge zur Optimierung des Segments (vgl. z. B. Spath & Heermeyer 1997; Meiren 2006; Bullinger & Scheer 2006; Kleinaltenkamp & Frauendorf 2006; Houben 2010). Ergänzend dazu liegen (4.) Studien zu den allgemeinen Aufgaben- und Tätigkeitsbereichen von Servicetechnikern und ihrem wünschenswerten Kompetenzprofil vor (vgl. z. B. Spath & Heermeyer 1997; Mödinger & Redling 2004; Meiren 2006; Seiter 2013). Als zentrale Tätigkeitsbereiche industrieller Dienstleistungen im verarbeitenden Gewerbe weisen Mödinger und Redling, die ihre Analysen auf der Basis einer Einmalerhebung des Statistischen Bundesamtes durchführten, folgende Bereiche aus (vgl. Mödinger & Redling 2004, S. 1409): Wartung und Reparatur, Montage und Inbetriebnahme, Planung, Beratung, Projektierung, Erstellung von Software, Dokumentation, Schulung, Leasing, Vermietung und Finanzierung. Gemessen am Umsatz ist der Bereich Wartung und Reparatur zahlenmäßig der größte (ebd.). Abgesehen von Schulungstätigkeiten und von Leasing, Vermietung sowie Finanzierung weist diese grobe Charakterisierung auch substantielle Überschneidungen mit Ergebnissen zu Berufsfeldanalysen in industriellen Elektroberufen auf (vgl. Zinke, Schenk & Wasiljew 2014). Spath und Heermeyer (1997) fordern, auf der Grundlage einer Interviewstudie in der Telekommunikationstechnik, für die Ausbildungsberufe im IT-Sektor eine elaborierte Kompetenzentwicklung mit einem zentralen Fokus auf einer verbesserten Kundenorientierung.

---

<sup>1</sup> „Industrielle Dienstleistungen sind Dienstleistungen, die in engem Zusammenhang mit einem Investitionsgut stehen und von einem Unternehmen erbracht werden. Sie ermöglichen oder verbessern die Nutzung des Produkts“ (Seiter 2013, S. 7).

Im Themenfeld des Service Engineering stellt auch Meiren (2006) auf der Basis einer online Fragebogenerhebung mit technischen Dienstleistern (N = 184) fest, dass bei den in der Studie einbezogenen Unternehmen der Eindruck besteht, dass bisher eine zu geringe Kundenorientierung erfolgte und im Hinblick auf die Nutzung des wertvollen Erfahrungswissens von Mitarbeitern mit täglichem Kundenkontakt noch zentrale Optimierungsbedarfe bestehen (ebd., S. 29).

Dieser kurze Überblick zum Forschungsstand soll deutlich zeigen, dass sich das Aufgaben- und Tätigkeitsfeld der Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau als in hohem Grade variantenreich darstellt. Die in den Studien beschriebenen Tätigkeitsfelder und Anforderungen liefern für die Entwicklung des intendierten Förderkonzepts grundlegende Anhaltspunkte, sind aber für die Entfaltung eines spezifischen Ansatzes für Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau zu undifferenziert. Vor diesem Hintergrund wurde im Projekt EPO-KAD<sup>2</sup> eine eigene projektspezifische Studie zu den Aufgaben- und Tätigkeitsbereichen durchgeführt, um zentrale Entwicklungsfelder für (angehende) Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau zu lokalisieren. In der Studie wurde ein multipler methodischer Ansatz mit (a) einer Stellenanzeigenanalyse (vgl. Walliser 2014; Demel 2014), (b) einer Interviewstudie mit Servicetechnikern, Einsatzplanern und Führungskräften im Front- und Back-Office-Bereich (vgl. Albus 2014; Sautermeister 2014) und (c) einer teilnehmenden Beobachtung im industriellen Dienstleistungsbereich umgesetzt (vgl. Sawazki 2014a, 2014b; Güzel 2014). Der Fokus der Studie lag auf der Analyse zentraler Entwicklungsfelder in der Fach- und Sozialkompetenz. Wir berichten hier schwerpunktmäßig zu den Anforderungen im fachlichen Kompetenzbereich und skizzieren einzelne Ergebnisse zu den Anforderungen im sozialen Kompetenzbereich. Für einen Überblick zu den Anforderungen im sozialen Kompetenzbereich sei auf eine gesonderte, in Vorbereitung befindliche Publikation von Güzel et al. (2016) verwiesen.

In der Stellenanzeigenanalyse (N = 100) von Walliser (2014)<sup>3</sup> zu Servicetechnikern im Maschinen- und Anlagenbau und deren Aufgaben- und Tätigkeitsbereichen zeigte sich, dass Bewerber aus dem elektrotechnischen Berufsfeld besonders gefragt sind, insbesondere auch Mechatroniker, Mechaniker und Techniker. Fachliche Kompetenzen werden nicht nur in Form der formalen Berufsqualifikationen, sondern auch explizit eingefordert, wobei einerseits spezifische Akzentsetzungen, andererseits jedoch auch häufiger vorkommende Qualifikationen wie bspw. IT-Kenntnisse und Kenntnisse in der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) zu konstatieren sind. Nach den Ergebnissen von Demel (2014) wird das Aufgaben- und Tätigkeitsspektrum der Servicetechniker von Wartungs- und Reparaturarbeiten, Montage und Inbetriebnahme sowie, schon deutlich schwächer, von Planungs-, Beratungs- und

---

<sup>2</sup> EPO-KAD (Erschließung des Potenzials älterer Mitarbeiter durch lebensphasenorientiertes Kompetenzmanagement und Arbeitsprozessgestaltung in industriellen Dienstleistungsprozessen).

<sup>3</sup> Die von der Bundesagentur für Arbeit dokumentierten Stellenanzeigen für Servicetechniker bewegten sich je Monat im Zeitraum von Juni 2011 bis Juni 2014 im Bereich von ca. 1.100 bis ca. 1.450 (Wallisser 2014, S. 44f.).

Projektierungsarbeiten, Instandhaltungen, Schulungsaufgaben, Dokumentationstätigkeiten, Modifikationen bestehender Anlagen und Programmierarbeiten dominiert.

Die Interviewstudie mit Servicetechnikern und Personalverantwortlichen (N = 38) in fünf Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus umfasst im fachlichen Bereich die Fragekomplexe: individuelle Qualifikationsprofile, Tätigkeitszuschnitte und Aufgabenbereiche, Fortbildungsaktivitäten, spezifischen Anforderungen und eingesetzte Fehleranalysestrategien. Die Studie zeigt, dass die fachlichen Anforderungen an Servicetechniker in hohem Grade durch die jeweiligen technischen Systeme bestimmt sind, die zu den Gegenständen der unternehmensspezifischen Servicetätigkeit gehören. Zu berücksichtigen ist, dass Servicetechniker sowohl im Außendienst als auch im Innendienst tätig sein können. Im Innendienst werden nach unseren Daten überwiegend erfahrene und z. T. auch formal höher qualifizierte Servicetechniker beschäftigt als im Außendienst. Das Spektrum der formalen Qualifikationen ist ähnlich wie im Fall der Stellenanalysen und schließt neben den Ausbildungen in elektro- und metalltechnischen Berufen auch Technikerqualifikationen ein (vgl. Wallisser 2014, S. 44 ff.). Gerätespezifische Vertiefungen der Fachkenntnisse scheinen die Regel zu sein, um den spezifischen technologischen Anforderungen genügen zu können. Zu den fachlichen Anforderungen bestätigen sich in den Interviews die auch in den Stellenanzeigen dokumentierten Anforderungen und Tätigkeitszuschnitte: D. h. Reparatur-, Wartungs- sowie Montagearbeiten und die Inbetriebnahme stellen die umfassendsten Tätigkeitssegmente dar. Aufgaben in den Bereichen Planung, Beratung, Softwareerstellung, Schulung, Dokumentation und kaufmännische Aufgaben spielen eine deutlich geringere Rolle (ebd. S. 49). Deutlich wird allerdings, dass es selbst bei einem Maschinenbauunternehmen in aller Regel nicht möglich ist, Servicetätigkeiten für die gesamte Produktpalette zu übernehmen. Vielmehr sind Servicetechniker im Unternehmen mehr oder weniger spezialisiert und decken zum Teil nur einzelne Produkte oder Produktgruppen ab. Ein besonderes Interesse im Hinblick auf die berufsfachlichen Kompetenzen besteht darin, neben Aussagen zu den Anforderungen auch Erkenntnisse zu typischen Fehlerfällen und eingesetzten Diagnosestrategien zu gewinnen. Dabei wird deutlich, dass die Servicetechniker des Außendienstes immer wieder auf die Besonderheiten der jeweiligen Fehlerfälle verweisen und keine typischen Fehlermuster identifizieren können. Gleichzeitig verweisen sie allerdings auf die Bedeutung der Erfahrung und des impliziten Wissens, was die Frage aufwirft, ob sich nicht doch, zumindest implizite Fehlermuster identifizieren lassen und diese Fehlermuster nicht bewusst und verbalisierbar sind. Dafür spricht auch, dass Servicetechniker des Innendienstes doch in der Lage sind, solche Fehlertypen zu identifizieren<sup>4</sup>. Unterstützung von außen scheint bei Softwareproblemen häufiger notwendig als bei Hardwareproblemen (vgl. Wallisser 2014, S. 67), wobei allerdings zu beachten ist, dass Softwarefehler auch seltener vorkommen.

Die teilnehmende Beobachtung im Feld erstreckte sich auf insgesamt 28 Tage und wurde kontinuierlich über eine Woche mit unterschiedlichen Servicetechnikern angelegt. Einbezogen

---

<sup>4</sup> Die Identifizierung typischer Fehlerfälle erfolgte unter Nutzung der Fehlerdatenbanken und wurde über die Häufigkeit der Fehler operationalisiert.

wurde der Front- und Back-Office-Bereich zu je gleichen Anteilen. Die teilnehmenden Beobachtungen wurden in einem international tätigen Maschinenbauunternehmen sowohl im Außen- als auch im Innendienst vorgenommen. Am einbezogenen Standort des Unternehmens gehen monatlich ca. 10.000 Anrufe im Front Office ein, die weiterverarbeitet, priorisiert und gegebenenfalls zur Bearbeitung an die Außendienstmitarbeiter weitergeleitet werden müssen. Vor diesem Hintergrund kann die teilnehmende Beobachtung im Umfang von ca. 4 Wochen lediglich als Momentaufnahme verstanden werden, die primär dazu diente, partiell einen vertieften Einblick in Abläufe und Anforderungen zu erhalten. Ein großer Teil der Anfragen und Fehlerfälle (ca. 80 %) kann von den Innendienstmitarbeitern bewältigt werden, wofür neben telefonischen Beratungen auch Möglichkeiten zur technologiegestützten Ferndiagnose bestehen. Das Spektrum der eingehenden Anfragen ist äußerst breit und schließt z. B. neben schnell bearbeitbaren Ersatzteillieferungen und Beratungsleistungen zur Selbsthilfe in überschaubaren Fällen auch komplexe Fehlerfälle ein, die nur vor Ort durch das spezialisierte Servicepersonal, gegebenenfalls unterstützt durch das Back Office, bearbeitet werden können (Sawazki 2014a). Auch in diesem Segment sind Spezialisierungen des Servicepersonals auf einzelne Produktgruppen typisch. Bei komplexeren Fehlerfällen ist die gezielte Einbindung von Spezialisten und erfahrenen Servicetechnikern üblich. Gestützt wird die Fehleranalyse durch systematisch aufgebaute Datenbanken, in denen nicht nur die Fehlerfälle, sondern auch die (erfolgreichen) Lösungsansätze archiviert werden. Die auftretenden Fehlerfälle werden kodiert, kategorisiert und nach der Häufigkeit des Fehlerfalls chronologisch aufgelistet, z. T. sind die zur Behebung notwendigen Prozessschritte auch für Kunden zugänglich (ebd.). Die teilnehmenden Beobachtungen im Außendienstbereich decken ein breites Spektrum (ein- bis viertägige Einsätze) ab, wobei die Einsatzdauer zugleich die Probleme widerspiegelt, die im Zusammenhang mit der Lösung zu bewältigen waren. Zum Teil zeichnen sich Lösungen schnell ab und sind über den Tausch von Komponenten herbeiführbar, stellenweise sind die hinter den Schäden verborgenen Ursachen nur schwer und nach mehreren Iterationsschritten über eine systematische Eingrenzung identifizierbar. Partiiell werden dabei auch alternative Lösungen erwogen, deren ökonomische Implikationen mit dem Kunden zu erörtern sind. In einigen Fällen wären die Schäden auch durch regelmäßige Wartungen vermeidbar, woraus sich Anlässe für Beratungen einschließlich ökonomischer Implikationen ergeben.

Zusammenfassend belegen die Ergebnisse der im Projekt EPO-KAD umgesetzten multiplen Analysen, dass Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau mit teilweise sehr heterogenem beruflichem Hintergrund vielfältige Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche wahrnehmen. Die Servicetechniker müssen hierbei über ein fundiertes (firmenspezifisches) Fachwissen im Bereich der Automatisierungstechnik verfügen und insbesondere gute Kenntnisse und Fähigkeiten zu Fehlerdiagnosekompetenz<sup>5</sup> besitzen. Servicetechniker benötigen elaborierte Fehlerdiagnosekompetenzen, die es ihnen ermöglichen, in bekannten und

---

<sup>5</sup> Die Fehlerdiagnosekompetenz ist eine Facette der fachspezifischen Problemlösefähigkeit und wird als Voraussetzung dafür betrachtet, ob eine Person die Ursache für ein defektes technisches System identifizieren sowie geeignete Behebungsvorschläge benennen kann (vgl. z. B. Wiedemann 1995; Walker, Link & Nickolaus 2015).

unbekannten technischen Anlagen und Systemen komplexe kundenspezifische Lösungen zu generieren oder effizient Störungsursachen zu diagnostizieren und zu beheben. Das bestätigt sich auch in anderen Studien (vgl. z. B. auch Bergmann, Wiedemann & Zehrt 1997), in welchen sich Fehlerdiagnosekompetenzen im technischen Servicebereich als typisch und leistungskritisch herauskristallisierten (vgl. Morrison, Lewis & Lemap 1997, Spöttl, Becker & Musekamp 2011). Dabei kann davon ausgegangen werden, dass die Fehlerdiagnosekompetenz in hohem Grade an spezifische Anforderungssituationen gebunden ist (vgl. Gschwendtner, Geißel & Nickolaus 2007). Zudem sind Servicetechniker in ihrem beruflichen Alltag in unterschiedlicher Weise auf die Zusammenarbeit mit verschiedenen Interaktionspartnern angewiesen. Die Interaktionspartner sind dabei oftmals aufgrund von Erwartungsdiskrepanzen, Zielkonflikten etc. für den Servicetechniker nicht nur unterstützend, sondern können auch belastend erlebt werden (vgl. Zinn et al. 2015).

Vor dem Hintergrund des skizzierten Forschungsstands und der eigenen Analyseergebnisse erscheint es sinnvoll, dass das Konzept des ServiceLernLab: (a) eine (individuelle) binnendifferenzierte Förderung der fachlichen Kompetenzen ermöglicht, (b) die Entwicklung der Fehlerdiagnosekompetenz so begünstigt, dass die Fähigkeit, die erworbenen Strategien auf andere Anforderungskontexte zu übertragen, steigt (Transfertyp 1), (c) die (unternehmens)spezifischen Anforderungssituationen berücksichtigt und (d) im sozialen Bereich die Facette der Perspektivenübernahme in den Fokus der Kompetenzförderung rückt. Während davon auszugehen ist, dass bei angehenden (jüngeren) Servicetechnikern lediglich eingeschränkte spezifische Kompetenzen für den industriellen Dienstleistungsbereich vorliegen, kann davon ausgegangen werden, dass die erfahrenen (älteren) Servicetechniker über ein umfangreiches (spezifisches) Erfahrungswissen verfügen und damit in ihrem Bereich eine hohe Expertise besitzen. Für das Förderkonzept des ServiceLernLab sollte daher zudem (e) ein strukturierter und im Konzept zentral verankerter Austausch zwischen jüngeren und älteren Servicetechnikern in hohem Grade förderlich für die Entwicklung der spezifischen Kompetenzen von jungen Servicetechniker sein (Transfertyp 2).

## **2.2 Ansatzpunkte für ein innovatives Lern- und Transferkonzept**

Zur Förderung der Fehlerdiagnose- und Transferfähigkeit bei technischen Fachkräften liegen mit den Arbeiten der Forschergruppe um Sonntag einzelne Interventionsstudien vor (im Überblick Sonntag & Schaper 1997). Als problematisch erweisen sich in diesen Studien vor allem die unbefriedigenden Transferleistungen. Das heißt, es gelingt häufig nicht, die in spezifischen technischen Systemen entwickelten Fehlerdiagnosestrategien auf andere technische Systeme zu übertragen. Im Anschluss an Bendorf, der die Ergebnisse der Transferforschung zusammenfasst, ist davon auszugehen, dass sich für die Transferleistung folgende Merkmale als günstig erweisen: (1.) eine möglichst tiefe Durchdringung des relevanten Wissens, wobei sich ein problemorientierter Wissenserwerb für den Transfer als vorteilhafter erweist als faktenorientiertes Lernen, (2.) authentische Anwendungsaufgaben, wobei zu beachten ist, dass eine rein kontextualisierte Information den Transfer behindern kann, (3.) multiple Kontexte zur Flexibilisierung des Wissens, (4.) abstrakte

Problemrepräsentationen, die vom Konkreten zum Abstrakten erworben werden, (5.) ein hohes Ausmaß gemeinsamer Elemente von Lern- und Transferaufgaben, (6.) Metakognitionen, die den Lernenden die Möglichkeit geben, ihre Lern- und Lösungsstrategien zu überwachen, zu reflektieren und zu verbessern, (7.) die Motivation, die aufzubringen ist, um sich mit der Lösung auseinanderzusetzen und (8.) relevante Vorerfahrungen der Lernenden, die aktiviert werden müssen (vgl. Bendorf 2002, 161 ff.). Bei Fehlerdiagnosen in technischen Systemen ist zu berücksichtigen, dass ohne ein hinreichendes Verständnis der Funktionalität der Systeme eine strategische Funktionsanalyse nicht aussichtsreich ist (vgl. Walker, Link & Nickolaus 2015, S. 229 ff.). Im Anschluss an den Forschungsstand zur Wirksamkeit didaktischer Konzepte stellt sich eine Kombination aus kognitiven Zugängen (Erwerb von deklarativem Wissen, Ausbilden von prozeduralem Wissen) und konstruktivistischen (individuelles Erleben, Erfahrung, Erprobung) lerntheoretischen Ansätzen allgemein am geeignetsten dar, um ein innovatives Lern- und Transferkonzept in Form eines ServiceLernLab zu entwickeln (vgl. Gruber, Mandl & Renkl 1999). Zur Gestaltung von Lernumgebungen, die sowohl kognitivistische als auch konstruktivistische Ansätze integrieren und sowohl einen geleiteten Aufbau von deklarativem als auch prozeduralem Wissen und eigenständige Explorationen ermöglichen, bieten sich insbesondere die Ansätze des „Cognitive Apprenticeship“ (vgl. Collins, Brown & Newmann 1989), die „Anchored Instruction“ (vgl. Bransford 1990; CTGV 1993) und der Cognitive Flexibility Ansatz (vgl. Spiro et al. 1988) an. Studien in unterschiedlichen Domänen belegen, dass Expertenleistungen (1.) auf umfangreiches und differenziertes bereichsspezifisches Wissen, (2.) die Nutzung komplexer Wissensseinheiten (so genannte Chunks) beim Verstehen einer Problemsituation, (3.) die fallbasierte Organisation von Wissen, (4.) eine tiefere Verarbeitung von Problemlöseanforderungen, (5.) eine stärkere und problemadäquate Vernetzung der Wissensstrukturen, (6.) eine in hohem Maße vorhandene Prozeduralisierung von Wissen und (7.) eine flexible Verfügbarkeit von komplexen Informationsverarbeitungsstrategien zurückzuführen sind (vgl. z. B. Krems 1994). Da sich die unmittelbare Anbindung des Trainingsansatzes an einen Anwendungskontext bereits in anderen Studien als günstig erwiesen hat (vgl. Hasselhorn 1992; Mähler & Hasselhorn 2001; Nüesch, Metzger 2010) sollte sich das Training anhand konkreter beruflicher Problemstellungen von Servicetechnikern orientieren. Das Grundkonzept des ServiceLernLab integriert damit unterschiedliche, aus dem allgemeinbildenden Bereich entlehnte und auch im beruflichen Bereich als wirkungsvoll nachgewiesene Ansätze zur Lernförderung: Bei der eigenständigen Bearbeitung problemorientierter fachlicher Aufgaben sollen die den Problemlöseprozess behindernden Fehlkonzepte der Lernenden durch die Methode „Think Aloud“ (vgl. Dörner 1981; Ericsson & Simon 1980) offengelegt und in Orientierung an das „Lernen aus Fehlern“ (vgl. Oser, Hascher & Spychiger 1999) als Lerngelegenheit aufgegriffen werden. Das Training erfolgt anhand servicetechnischer Aufgaben und sieht in Anlehnung an den Cognitive Apprenticeship Ansatz (vgl. Collins, Brown & Newmann 1989) u. a. die Phasen des Modellierens durch den Trainer (und die erfahrenen Servicetechniker) (Modelling) sowie die bedarfsgerechte Unterstützung (Scaffolding und Fading) der Lernenden bei der selbständigen Bearbeitung problemhaltiger Fachaufgaben vor. Für den Rekurs auf den Cognitive Apprenticeship Ansatz spricht zudem, dass sich dieser Ansatz in einer Studie von Schaper,

Hochholdinger und Sonntag (2004) bei Auszubildenden Mechatronikern als wirksam erwiesen hat, die Transferproblematik signifikant zu mildern. Eingesetzt wurden für diese transferbezogenen Schulungen im Anschluss an den Cognitive Apprenticeship Ansatz (authentische) Simulationen steuerungstechnischer Systeme. Bei hinreichender Authentizität erweisen sich solche Simulationen als in hohem Grade valide für die Messung der Fehlerdiagnosekompetenz (vgl. Gschwendtner, Abele & Nickolaus 2009; Abele, Behrendt, Weber & Nickolaus 2015; Walker, Link & Nickolaus 2015).

Für ein innovatives Lern- und Transferkonzept erscheint es vor diesem Hintergrund förderlich, authentische Problemstellungen aus zentralen servicetechnischen Tätigkeitsfeldern unter Vorgabe berufstypischer Arbeitsmittel und inhaltlicher Anforderungen in der Lernumgebung zu nutzen. Ein methodisch-didaktischer Ansatz, welcher den genannten Anforderungen in hohem Maße Rechnung tragen könnte, ist der Ansatz der Lernfabrik (vgl. Lamancusa, Jorgensen & Zayas-Castro 1997, Abele et al. 2010, für einen Überblick vgl. auch Zinn 2014). Der Ansatz der Lernfabrik ist bisher überwiegend auf produktionstechnische Fragestellungen ausgelegt und erprobt (vgl. Lamancusa et al. 1997; Abele, Tenberg, Wennemer & Cachay 2010; Cachay, Wennemer, Abele & Tenberg 2012). Speziell im Kontext servicetechnischer Fragestellungen liegen uns keine Studien vor. Im Ansatz der Lernfabrik werden den Lernenden durch authentische berufliche Aufgabenstellungen und berufsspezifischen Arbeitsmitteln reale Arbeitsbedingungen simuliert. Flankiert wird die Lernumgebung von Informations-, Demonstrations- und Kommunikationselementen. Da die Verknüpfung von Theorie und Praxis in der Lernfabrik unter weitestgehend authentischen Bedingungen stattfindet, ergeben sich gegenüber traditionellen Aus- und Weiterbildungsansätzen, neben den Integrationsvorteilen eines in sich geschlossenen Lernraums, vermutlich deutlich umfassendere Möglichkeiten auf die Milderung der Transferproblematik hinzuarbeiten (vgl. Cachay, Wennemer, Abele & Tenberg 2012).

Ein großes Potenzial wird in der Weiterbildungsforschung auch der Arbeit mit (authentischen) Fällen zugeschrieben (vgl. Digel 2010; Goeze, Schrader, Hartz, Zottmann & Fischer 2010; Digel 2012). Insbesondere „videographierte Fälle bieten ein realistisches Abbild komplexer Praxissituationen, die ohne Handlungsdruck zeitlich und örtlich flexibel in formalen, non-formalen und selbstgesteuerten Lernprozessen im Eigenstudium oder im Austausch mit anderen analysiert werden können“ (vgl. Digel 2012, 43). Das meistens in Kleingruppen instruierte videofallbasierte Lernen soll den Schulungsteilnehmern ermöglichen, im transaktiven Diskurs Wissen zu konstruieren und dabei analytische Kompetenzen zum Interaktionsverhalten im Fallgeschehen aufzubauen. Die Diskussion mit Anderen und der reflexive Austausch von unterschiedlichen Perspektiven zum (Störungs)Fall können zu Veränderungen der individuellen Verarbeitungsprozesse führen bzw. die Wahrnehmung und Analyse des Fallgeschehens positiv stimulieren (ebd.). Vor dem Hintergrund der allgemein positiven Erfahrungen mit Fallbearbeitungen in der Weiterbildung von Lehrkräften (vgl. Digel 2010; Goeze, Schrader, Hartz, Zottmann & Fischer 2010; Digel 2012) erscheint das kooperative videofallbasierte Lernen grundsätzlich auch geeignet, um die sozial-kommunikativen

Kompetenzen von Servicetechnikern und den kooperativen Austausch zwischen erfahrenen und weniger erfahrenen Servicetechnikern zu unterstützen.

### **2.3 Diagnostik berufsfachlicher Kompetenzen**

In der letzten Dekade wurden die Arbeiten zur Kompetenzdiagnostik in gewerblich-technischen Domänen in verschiedenen Kontexten vorangetrieben (im Überblick Nickolaus & Seeber 2013). Vorarbeiten, die innerhalb des hier vorgestellten Projekts nutzbar wurden, entstanden vor allem im Rahmen der ASCOT-Initiative, in dem u. a. eine Studie zur Kompetenzmodellierung und Kompetenzmessung von Elektronikern für Automatisierungstechnik gefördert wurde (vgl. Walker, Link & Nickolaus 2015). Entstanden sind in diesem Kontext u. a. Instrumente zur Erfassung des Fachwissens und der Fehlerdiagnosekompetenz in steuerungstechnischen Anlagen (im Überblick Walker, Link & Nickolaus 2015). Der Vorteil dieser Instrumente liegt darin, dass relativ aufwändige Vorkehrungen getroffen wurden, um deren Validität zu sichern und in diesem Kontext gezeigt werden konnte, dass die in Simulationen einer steuerungstechnischen Anlage geschätzte Kompetenzausprägung konvergent valide zu jenen in realen Modellanlagen sind (ebd.). Zugleich erweist sich die Reliabilität der Instrumente als befriedigend und es sind bei deren Einsatz im Gegensatz zu Selbst- oder Fremdeinschätzungen, die in der betrieblichen Weiterbildung häufig Einsatz finden, auch objektive Ergebnisse zu erwarten. Zumindest im Mittel korrelieren Selbsteinschätzungen und testbasierte Daten lediglich in der Größenordnung von 0.2 (vgl. Vollmers & Kindvater 2010; Nickolaus & Seeber 2013) und auch Fremdeinschätzungen erweisen sich zum Teil als wenig verlässlich (vgl. Schrader 2011; Nickolaus & Seeber 2013, S. 187 f.; Weber, Schmidt, Abele, Heilig, Sarnitz & Nickolaus 2015). Dabei treten allerdings deutliche Varianzen auf. So erreichen Lehrerurteile akzeptable Reliabilitäten und Validitäten zum Beispiel dann, wenn spezifische Leistungsunterschiede beurteilt werden (vgl. Schrader 2011). Ein Problem bei Lehrerurteilen stellt insbesondere das klasseninterne Bezugssystem dar. Denkbar wäre, dass auch bei Selbsteinschätzungen sowohl die Referenzproblematik als auch die Spezifik der Beurteilungen die Beurteilungsgüte beeinflusst. Berichtet werden von Schrader (2011, S. 690) für Lehrerurteile, die sich auf spezifische Kriterien beziehen, mittlere Werte von  $r = 0.69$ , bezogen auf die Zuschreibungen von Aufgabenschwierigkeiten von  $r = 0.33$  bis  $0.56$ .

### **3. Das Konzept des ServiceLernLab**

Ausgehend vom skizzierten Forschungsstand, den Ausführungen zu lerntheoretischen Erkenntnissen sowie aufbauend auf dem Ansatz der Lernfabrik wurde am Lehrstuhl BPT das in Abbildung 1 mit seinen zentralen Strukturelementen dargestellte Lern- und Transferkonzept - ServiceLernLab entwickelt. Das ServiceLernLab fokussiert ein technikdidaktisches Konzept, das dazu dient, (angehenden) Servicetechnikern authentische Problemstellungen aus dem Tätigkeitsbereich von Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau in einer möglichst

realen (Lern)Umgebung zugänglich zu machen. Charakteristisch ist, dass das ServiceLernLab (a) sowohl den praxis- und anwendungsnahen als auch den individuellen bedarfsbezogenen fachlich-systematischen Kompetenzaufbau unterstützen, (b) den fachlich-methodischen und sozial-kommunikativen Kompetenzaufbau fördern und (c) einen strukturierten Austausch des Erfahrungswissens im Feld zwischen erfahrenen und weniger erfahrenen Servicetechnikern verbessern soll. Durch die Anlehnung an den Ansatz des Cognitive Apprenticeship, der sich bei Schaper & Hochholdinger (2004) als förderlich für den Strategietransfer erwiesen hat, sollte gleichzeitig die Chance erhöht werden, dass die Fehlerdiagnosekompetenzen möglichst breit eingesetzt werden können. Das ServiceLernLab ist modularisiert aufgebaut. Innerhalb der einzelnen Module (Module 1 bis 7) wird auf unterschiedliche lerntheoretische und methodische Ansatzpunkte rekurriert und verschiedene Sozialformen und Interaktionspartner einbezogen (vgl. Abb. 1).

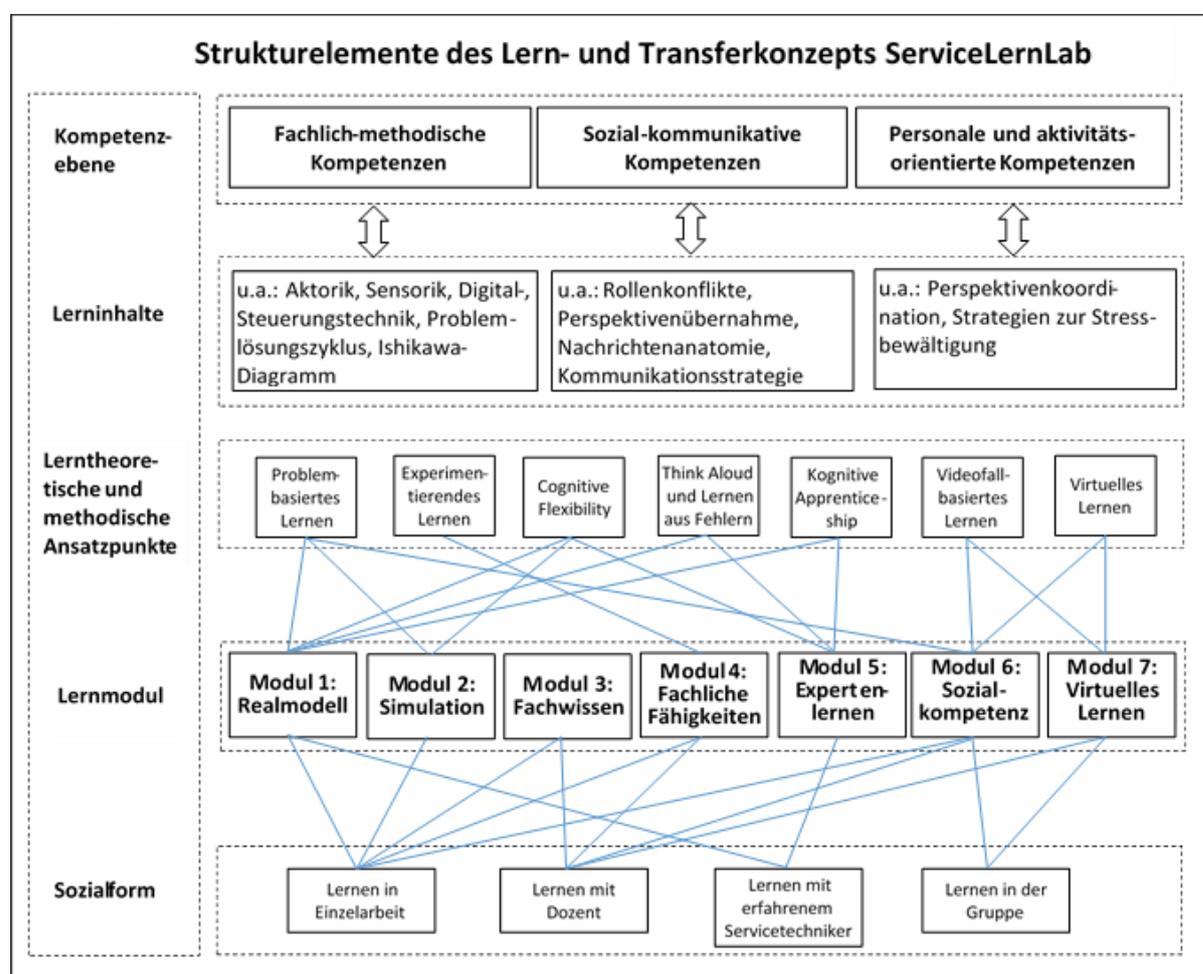


Abbildung 1: Strukturelemente des Lern- und Transferkonzepts - ServiceLernLab

Die lerninhaltlichen Schwerpunkte liegen im Bereich der fachlich-methodischen Kompetenzen in der Automatisierungstechnik mit der Facette der Fehlerdiagnosekompetenz sowie im Bereich der sozial-kommunikativen Kompetenzen bei der Kompetenzfacette der Perspektivenübernahme. Zur Absicherung der Angemessenheit der Lerninhalte wurden

während der Entwicklungsphase des ServiceLernLab umfangreiche Befragungen mit Experten aus dem servicetechnischen Sektor (vgl. auch Abschnitt 2.1) durchgeführt. Wie bereits oben dargestellt, soll im ServiceLernLab der wechselseitige Wissenstransfer zwischen Theorie und Praxis sowie zwischen erfahrenen und weniger erfahrenen Servicetechnikern strukturell unterstützt werden. Während hierzu bei den Modulen Fachwissen und fachliche Fähigkeiten (Module 3, 4) das fachlich-systematische Wissen im Zentrum steht, fokussieren die Module Realmodell, Simulation und „Expertenlernen“ (Module 1, 2, 5) einen Kompetenzerwerb im Kontext realer Problemstellungen von Servicetechnikern im Maschinen- und Anlagenbau. Die einzelnen Module im Überblick:

- Das Modul Realmodell (Modul-1) fokussiert das kooperative problembasierte Lernen an einer realen industrienahen Automatisierungsanlage. Bei dieser sind verschiedene Fehler umgesetzt, deren Ursachen ausschließlich im Steuerungsprogramm (Software) liegen und unterschiedliche Komplexitätsniveaus umfassen (vgl. Walker, Link & Nickolaus 2015, S. 230ff.). Die Aufgabe der Schulungsteilnehmer bestand bei der Modulbearbeitung darin, ausgehend von einem vorgegebenen Störungsprotokoll die Störungsursache zu identifizieren und einen Behebungsvorschlag zu benennen. Die Bearbeitung der Fehlerfälle in der Lehr-Lernsituation erfolgt idealerweise in Zweierteams durch einen erfahrenen und weniger erfahrenen (angehenden) Servicetechniker (Transfertyp 1). Im Rahmen dessen konnte der erfahrene Servicetechniker, insbesondere mit dem Ansatz des Cognitive Apprenticeship, dem weniger erfahrenen Servicetechniker die Vorgehensweise eines Experten bei der Fehlerdiagnose zunächst modellhaft darstellen. Erwartet wird von der bewussten Strategiethematisierung im Anschluss an die Ergebnisse von Schaper & Hochholdinger, dass damit auch ein Strategietransfer begünstigt wird (Transfertyp 2).
- Das Modul Simulation (Modul-2) greift auf das steuerungstechnische Realmodell aus Modul-1 zurück und stellt dieses in einer hochauthentischen Computersimulation dar (vgl. Walker, Link & Nickolaus 2015, S. 230ff.). Die Simulation beinhaltet die gleichen Fehler wie das Realmodell. Zentrale Vorteile beim Lernen mit der Simulation werden insbesondere in der Option des zeitlich und räumlich flexiblen Lernens gesehen sowie, vor dem Hintergrund der beschränkten Anzahl an verfügbaren Realmodellen (bei der Erprobung), in der mit den Simulationen verbundenen Möglichkeit des Einzellernens und der Umsetzung des Cognitive Flexibility Ansatzes mit der Variation der Fehler im Simulationsprogramm.
- Die Module Fachwissen (Modul-3) und fachliche Fähigkeiten (Modul-4) beinhalten vor dem Hintergrund der heterogenen Ausgangsbedingungen der Schulungsteilnehmer grundlegende Inhalte zur Automatisierungstechnik (z. B. Pneumatik, Sensorik, Aktorik, Messtechnik, Digitaltechnik, SPS-Technik). Das Lernen in den beiden Modulen erfolgt methodisch-didaktisch bedarfsbezogen (z. T. auch individuell) schulungsbegleitend an themenspezifischen E-Learning Stationen in Einzelarbeit sowie in Kleingruppen oder bedarfsgerecht mit allen Schulungsteilnehmern zur Förderung des methodisch-systematischen Vorgehens bei der Fehleranalyse an komplexen technischen Systemen (z. B. allgemeine Fehlerbehebungszyklus, Entwicklung eines Ishikawa-Diagramms).

- Das Modul Expertenlernen (Modul-5) intendiert einen strukturierten Kompetenztransfer zwischen jungen (weniger erfahrenen) Servicetechnikern und erfahrenen Servicetechnikern. Methodisch erfolgt dies (a) in der gemeinsamen Bearbeitung von Fehlerfällen an einem steuerungstechnischen Realmodell (Modul-1) und (b) anhand der Einzelbearbeitung einer didaktisch aufbereiteten Videovignette<sup>6</sup> zur (kommentierten) Vorgehensweise eines Experten bei der Fehleranalyse und Problemlösung an einer komplexen unternehmensspezifischen Realanlage. Das methodisch-didaktische Vorgehen im Modul greift dabei ebenfalls auf den Cognitive Apprenticeship (vgl. Collins, Brown & Newmann 1989) und Loud-Thinking (vgl. Dörner 1981) zurück.
- Das Modul Sozialkompetenz (Modul 6)<sup>7</sup> zielt primär auf die Förderung der Sozialkompetenzfacette der Perspektivenübernahme von Schulungsteilnehmer im Anschluss an Selman, Beardslee, Schultz, Krupa & Podorefsky (1986). Zentrale inhaltliche Themenbereiche des Moduls sind u. a. theoretische Grundlagen zur Perspektivenübernahme, Kommunikation und Stressbewältigung im Aufgaben- und Tätigkeitsbereich von Servicetechnikern. Charakteristisch ist, dass die Schulungsteilnehmer die Lerninhalte nicht nur in Form eines Vortrags, Rollenspiels oder Gruppenpuzzles erlernen und reflektieren, sondern auch anhand von Videovignetten zu typischen Anforderungssituationen aus dem Alltag der Servicetechniker Dilemmata zur Perspektivenübernahme reflektieren.

#### 4. Fragestellungen und Ziele der empirischen Untersuchung

Mit dem modularen Aufbau des ServiceLernLab soll eine spezifische Lernumgebung für (angehende) Servicetechniker bereitgestellt werden, die ein vielfältiges Alternieren von Verständnis-, Erkenntnis-, Anwendungs- und Reflektionsprozessen im spezifischen servicetechnischen Kontext des industriellen Dienstleistungsbereichs im Maschinen- und Anlagenbau ermöglicht und so bei entsprechender Nutzung sowohl einen individuellen Kompetenzaufbau als auch eine Kompetenzsicherung des Erfahrungswissens ausscheidender Servicetechniker im Unternehmen erwarten lässt. Wünschenswert wäre nicht nur dieser Kompetenztransfer von „Experten“ zu „Novizen“, sondern ebenso die Fähigkeit der Adressaten, die im LernLab erworbenen Fehlerdiagnosekompetenzen auf andere Kontexte zu übertragen. In dieser Untersuchung beschränken wir uns allerdings zunächst darauf, zu prüfen, ob das Treatment innerhalb der Schulung zugrundeliegenden Steuerungssysteme die erwarteten Effekte zeigt und das für die Fehlerdiagnosen notwendige Wissen substantiell verbessert werden kann. Von besonderem Interesse ist dabei, ob das Treatment bei unterschiedlichen

---

<sup>6</sup> In der Videovignette ist die Vorgehensweise eines erfahrenen Servicetechnikers (ST) bei der Fehleranalyse dokumentiert. Ausgehend von einem komplexen Störfall an einer Laserschneidemaschine analysiert der ST die Fehlerursache und kommentiert dabei die eigene Vorgehensweise. Die Videovignette wurde für die Schulungsteilnehmer methodisch-didaktisch aufbereitet (z. B. Fragen zur Vorgehensweise und Handlungsalternativen, fachliche Erläuterungen).

<sup>7</sup> Im vorliegenden Beitrag wird nicht näher auf die Module 6 und 7 eingegangen, da dies an anderer Stelle betrachtet wird.

Adressatengruppen bzw. Teilnehmerkompositionen gleichermaßen effektiv ist. Von Interesse scheint ebenso, inwieweit die in der betrieblichen Weiterbildung üblicherweise eingesetzten Selbsteinschätzungen zu den Lernzuwächsen belastbare Ergebnisse herbeiführen. Die Befundlage dazu (s. o.) lässt eher erwarten, dass dies nicht gegeben ist.

Geprüft werden vier Hypothesen:

H1: Das Treatment erweist sich bezogen auf die gesamte Treatmentgruppe sowohl bezogen auf das Fachwissen als auch die Fehlerdiagnosekompetenz als effektiv mit zumindest mittleren Effektstärken.

H2: Das gilt ebenso für die Subgruppen, die mit unterschiedlichen Voraussetzungen in die Maßnahme einmünden.

H3: Die Selbsteinschätzungen zur Fachkompetenz erweisen sich als wenig belastbare Leistungsindikatoren, die Korrelationen mit den testbasierten Leistungen bleiben in einem niedrigen Bereich.

H4: Die Fremdzuschreibungen der Ausbilder erreichen mittlere Größenordnungen  $r \sim 0.5$ .

## 5. Erprobung des ServiceLernLab

Die Erprobung des ServiceLernLabs erfolgte bisher in drei Schulungen primär mit angehenden Servicetechnikern bzw. mit Auszubildenden der Mechatronik aus unterschiedlichen Unternehmen. Daneben nahmen an der ersten Schulung auch drei BA Studierende der Mechatronik und an der dritten Schulung ein BA Student der Elektrotechnik sowie drei praktizierende Servicetechniker teil. Die Anzahl der einbezogenen Schulungsteilnehmer lag im Mittel bei ca. 11 Personen (Min = 10; Max = 13). In der Regel konnte die Teilnahme an beiden Schulungsteilen (Fehlerdiagnose, Perspektivenübernahme) realisiert werden. Diese Ausgangskonstellation bietet auch die Möglichkeit der Frage nachzugehen, wie die berufsfachlichen und sozialen Kompetenzen assoziiert sind<sup>8</sup>. Eine Erprobung des Schulungskonzepts vor dem ersten Durchlauf konnte lediglich für das Schulungselement zur Perspektivenübernahme realisiert werden. Da es angestrebt wurde, Aussagen zu den Effekten der Schulungsprogramme zu generieren, erfolgte eine relativ umfangreiche Diagnostik der Eingangs- und Ausgangskompetenzen. Um die Belastung der Schulungsteilnehmer durch die Testungen in einem vertretbaren Rahmen zu halten, wurden Elemente der Eingangsdiagnostik partiell auch in die Schulung eingebunden. Die Bewertung der Schulungen erfolgte im Falle der fachlichen Schulung formativ als offenes Feedback und im Falle der Schulung zur Perspektivenübernahme anonymisiert auf Basis von Beurteilungsbögen. Vor allem im dritten Durchgang wurde in der fachlichen Schulungssequenz eine hohe Heterogenität deutlich, die durch unterschiedliche fachliche Voraussetzungen der Teilnehmer gegeben war. Aus Sicht der Teilnehmer wurde die relativ hohe Testbelastung in Form der Eingangs- und Ausgangstests

---

<sup>8</sup> Die Analysen zur sozialen Kompetenz sind noch nicht vollständig abgeschlossen und werden in einem separaten Beitrag vorgestellt.

eher kritisch bewertet. Anzeichen für eine mangelnde Testmotivation waren jedoch nicht sichtbar.

### 5.1 Anlage der Untersuchung

Die empirische Untersuchung wurde, wie oben bereits angedeutet, in einem längsschnittlichen Design realisiert. Die Stichprobe umfasst insgesamt 35 Probanden. Einen genaueren Überblick zur Zusammensetzung der Stichprobe gibt Tabelle 1.

Status der Teilnehmer	Schulung 1	Schulung 2	Schulung 3
Auszubildende der Mechatronik (am Ausbildungsende)	7	13	5
Auszubildende zu Elektroniker für Geräte und Systeme (am Ausbildungsende)			3
BA Studierende (Mechatronik, Elektrotechnik)	3		1
Servicetechniker			3

Tabelle 1: Zusammensetzung der Stichprobe

Wie oben bereits erwähnt, war insbesondere im dritten Durchgang, gemessen am Status der Teilnehmer, eine relativ hohe Heterogenität festzustellen. Aber auch im ersten Durchgang war die Heterogenität durch den Einbezug von Studierenden der Mechatronik gegenüber Schulung 2 erhöht. Das Erhebungsdesign im Bereich der Fachkompetenz setzte sich aus insgesamt 3 Messzeitpunkten zusammen (vgl. Abb. 2).

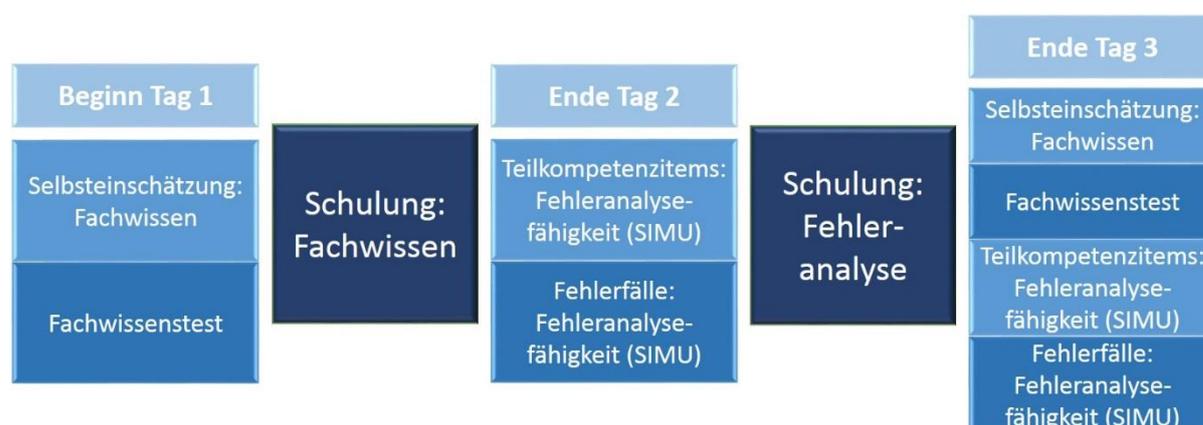


Abbildung 2: Messzeitpunkte und -inhalte im Bereich der Fachkompetenz

Anmerkung: Neben den hier ausgewiesenen Konstrukten wurden auch Daten zur Motivation und motivationalen Bedingungen sowie andere qualitätsbezogene Merkmale erfasst. Diese

werden im Weiteren nicht betrachtet. Die Abkürzung SIMU steht für die eingesetzte Computersimulation.

Das vorliegende Erhebungsdesign ist in enger Abstimmung mit den Entwicklern des Schulungskonzepts entstanden. Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, dass die Ein- und Ausgangstests exakt auf die jeweiligen inhaltlichen und methodischen Blöcke der Intervention zugeschnitten waren. Die Eingangstestung erfolgte demnach zu Beginn der jeweiligen Schulungseinheit, die Abschlusstestung am Ende der jeweiligen Schulungseinheit. Um einen Vergleich zwischen testbasierten Daten (objektiven) mit Selbst- und Fremdeinschätzungen (subjektiv) vorzunehmen, wurden Instrumente entwickelt, in denen die Teilnehmer bzw. die Praxisausbilder/Vorgesetzten ihre Einschätzungen, in Bezug auf die wahrgenommenen fachlichen Wissensausprägungen in den ausgewählten inhaltlichen Bereichen des Fachwissenstests, vornehmen sollten. Die Fremdeinschätzungen wurden unmittelbar vor der Schulung von den zuständigen Personen abgegeben. Der Selbsteinschätzungsbogen wurde jeweils vor dem Fachwissenstest zu Beginn und am Ende der Fachkompetenzschulung vorgelegt. Die Testung der Fehlerdiagnosekompetenz hat hingegen am Ende des zweiten und dritten Tages stattgefunden.

## 5.2 Eingesetzte Instrumente

Fachwissenstest:

Das Fachwissen wurde über einen Paper-Pencil-Test erfasst der, z. T. auf Items aus der ASCOT-Initiative sowie des BIBB-Projektes AQUAKOM zurückgreift. Die Aufgaben im Test wurden etwa zur Hälfte aus dem o. g. Itempool adaptiert und zur anderen Hälfte vollständig neuentwickelt. Um die Entwicklungsprozesse diagnostisch abbilden zu können, wurde das Instrument zur Erfassung des fachlichen Wissens interventionsnah gestaltet. Der Test beinhaltet Aufgaben zu folgenden Inhaltsbereichen: SPS, Digitaltechnik und Pneumatik. Für die Bearbeitung des Fachwissenstests waren keinerlei Hilfsmittel erlaubt<sup>9</sup>. In Abbildung 3 ist ein Beispielitem aus dem Bereich der Digitaltechnik dargestellt, bei denen die logischen Ein- oder Ausgabewerte einer Schaltung in Abhängigkeit der vorgegebenen Signalwerte angegeben werden sollen.

---

<sup>9</sup> Vor dem Hintergrund der stark heterogenen Stichprobe wurde der Test so entwickelt, dass die Bearbeitung der Aufgaben ohne Taschenrechner und Tabellenbücher möglich ist.

**Aufgabe 24**  
Gegeben sei die nachfolgend dargestellte logische Schaltung.

Abbildung 24: Logische Schaltung

A) Welche Signale (logische 0 / logische 1) müssen an den Eingängen a, b, c anliegen, damit am Ausgang y ein logisches 1-Signal anliegt?  
a = 1 b = 1 c = 0

B) An den Eingängen a, b, c liegt ein logisches 1-Signal an. Welche Signale treten an den Ausgängen x und y auf?  
x = 0 y = 0

Abbildung 3: Beispielitem des Fachwissenstests mit Teilnehmerantwort

Die verwendeten Items im Fachwissenstest wurden ihrer Güte entsprechend selektiert. Dabei wurden 7 von 44 Items mit Boden- und Deckeneffekten ( $5\% \leq \text{Lösungsquoten} \leq 95\%$ ) bzw. negativen Trennschärfen eliminiert und aus den nachfolgenden Berechnungen ausgeschlossen. Die nach der Bereinigung berechnete interne Konsistenz des Fachwissenstests erreicht ein Cronbachs Alpha von 0.88 zum Eingangs- und 0.87 zum Ausgangstest<sup>10</sup>.

#### *Erfassung der Selbst- und Fremdeinschätzungen:*

Die Selbst- und Fremdeinschätzungen wurden so erhoben, dass die jeweiligen Anforderungen relativ detailliert abgebildet werden konnten, was die Wahrscheinlichkeit einer akzeptablen Güte erhöhen sollte. Die Teilnehmer sollten beispielsweise angeben, wie sicher sie sich selbst beim Erstellen von Pneumatikplänen einschätzen (fünfstufige Likert-Skala: 1 = gar nicht sicher bis 5 = sehr sicher). Die Ausbilder wurden analog gefragt, wie sicher sie den jeweiligen Auszubildenden in Bezug auf das Erstellen von Pneumatikplänen einschätzen. Die Instrumente setzen sich aus je 37 Items zusammen und wurden in den Selbst- und Fremdeinschätzungsinstrumenten inhaltlich identisch angelegt, um die Übereinstimmung der beiden Urteile zu maximieren.

<sup>10</sup> Es wird angenommen, dass den Teilnehmern genügend Zeit zur Bearbeitung der Aufgaben in den beiden Tests gewährt wurde. Folglich werden die Tests wie Powertests behandelt und fehlende Werte als Falschantworten verrechnet.

### *Fehlerdiagnosekompetenz:*

Die Erfassung der Fehlerdiagnosekompetenz erfolgte über die im Lernmodul 2 (vgl. Abb. 1) eingesetzte Computersimulation. Dabei handelt es sich um eine „simulierte industrienaher Automatisierungsanlage“ (vgl. Abb. 4). Diese wurde im Rahmen der ASCOT-Initiative gemeinsam mit Experten der betrieblichen und schulischen Ausbildung entwickelt und bildet das Realmodell auf simulative Weise authentisch ab.<sup>11</sup> Die Simulation konnte unter Berücksichtigung der Interviewergebnisse und den Beobachtungen aus den begleitenden Serviceeinsätzen an die Adressatengruppe adaptiert werden. In einem Workshop mit Experten (einer Kooperationsfirma) wurde die Simulation vorgestellt und inhaltlich validiert. In einer Validierungsstudie konnte bereits gezeigt werden, dass die zu erbringenden Leistungen in den realen und simulierten Anforderungskontexten die gleichen sind (latente Korrelationen:  $r = .99/.94$ ). Vor diesem Hintergrund erfüllt das eingesetzte Instrument auch die Kriterien der konvergenten Validität (vgl. Walker, Abele & Nickolaus 2014).



Abbildung 4: Screenshot der simulierten industrienahen Automatisierungsanlage (vgl. Walker, Link & Nickolaus 2015).

Links oben: Steuerungseinheit (SPS); links unten: Bedienfeld (Touchpanel); rechts: Abbildung der Automatisierungsanlage, in der durch Mausklicks Zustände der Aktoren und Sensoren vergrößert und angezeigt werden. Des Weiteren kann das Steuerungsprogramm in Echtzeit (Schaltfläche „Simatic“) eingeblendet und beobachtet werden.

In der Testsituation wurden die Teilnehmer mit 4 Fehlerfällen konfrontiert, deren Ursachen unterschiedlich komplex und wie bei der Realanlage (vgl. Kap. 3), ausschließlich im Steuerungsprogramm (Software) angesiedelt waren. Die Grundlage für die Bearbeitung der Fehlerfälle bildet dabei das sogenannte Störungsprotokoll. Nach einer kurzen Störungsbeschreibung soll der Teilnehmer hier die einzelnen Schritte der Fehlersuche

<sup>11</sup> Vgl.: [www.ascot-vet.net](http://www.ascot-vet.net); Walker, Link & Nickolaus 2015.

dokumentieren, die Störungsursache benennen, einen Vorschlag zur Behebung des Fehlers angeben und die Bearbeitungszeit pro Fehlerfall notieren. Ergänzend kamen 8 Teilkompetenzitems zu den Fehlerfällen zum Einsatz, für die bereits in anderen Untersuchungen gezeigt werden konnte, dass die dadurch erfasste Leistung als konvergent valide, in Bezug auf die durch die Fehlerfälle erfasste Leistung, interpretiert werden kann (vgl. Abele, Walker & Nickolaus 2014, S. 176; Walker 2014).

Für die Itemselektion wurden in der Fehlerdiagnosekompetenz die gleichen Kriterien wie im Fachwissen angelegt. Demnach wurden 3 Teilkompetenzitems für die weiteren Analysen entfernt. Die interne Konsistenz ist mit einem Cronbachs Alpha von 0.5 im Eingangstest sehr gering. Im Abschlusstest ergibt sich ein akzeptabler Wert von 0.66. Es spricht vieles dafür, dass sich insbesondere der geringe Itempool (vgl. Bühner 2006, S. 132) und vermutlich auch die Heterogenität der Stichprobe negativ auf die interne Konsistenz auswirken.

## 6. Ergebnisse

Wir berichten hier über die Ergebnisse zur Entwicklung der Fachkompetenz, d. h. zu den erfassten Subdimensionen des Fachwissens und der Fehlerdiagnosekompetenz.

### 6.1 Effekte der Schulung bezogen auf die gesamte Interventionsgruppe

#### *Fachwissen:*

Für das Fachwissen ergibt sich bezogen auf die Gesamtgruppe ein signifikanter und beachtlicher Zuwachs zwischen dem Eingangs- und Ausgangstest (vgl. Abb. 5). Cohens  $d$  erreicht einen Wert von  $d = 0.71$ <sup>12</sup>. Das bedeutet, dass die Schulung effektiv war und dass in anderen Studien für Fehlerdiagnoseprozesse das als hoch bedeutsam festgestellte Fachwissen substantiell angehoben werden konnte.  $H_1$  wird damit bezogen auf das Fachwissen gestützt.

---

<sup>12</sup> Bei einem Wert von  $d = 0.2$  spricht man von einem kleinen Effekt. Ein Wert von  $d = 0.5$  steht für einen mittleren und  $d = 0.8$  für einen starken Effekt (vgl. Cohen 1988).

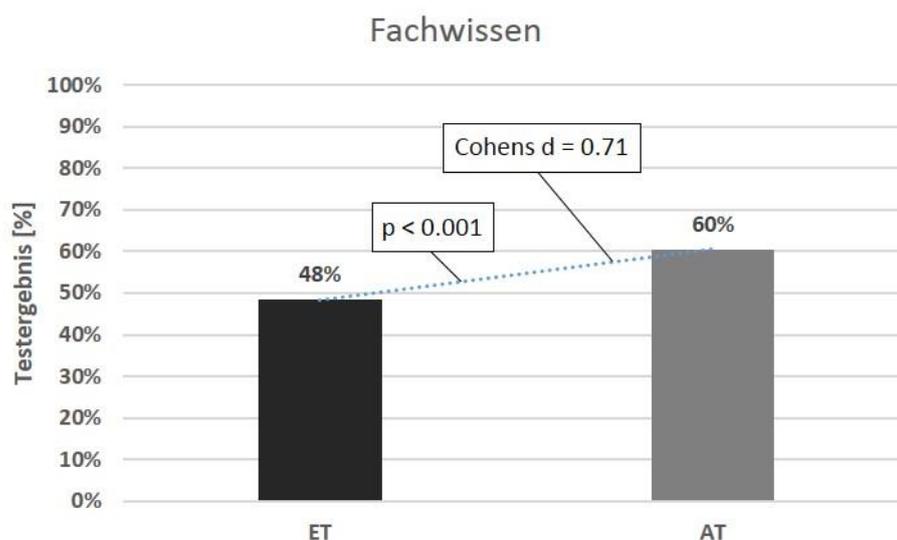


Abbildung 5: Entwicklung des Fachwissens im Schulungsverlauf. Die Ergebnisse resultieren aus einem t-Test für verbundene Stichproben:  $t(34) = -8,91$ ,  $p < 0.001$ ,  $d = 0.71$ .

Die Entwicklung der Streuungsmaße signalisiert zugleich, dass es im Zuge der Schulung bezogen auf das Fachwissen zu einer Homogenisierung der Wissensausprägungen ( $SD_{ET} = 18,2\%$ ,  $SD_{AT} = 16\%$ ) kam<sup>13</sup>, was im Hinblick auf die Fehlerdiagnosekompetenzen angesichts der prädiktiven Kraft des Fachwissens für die Fehlerdiagnosekompetenz (vgl. Walker, Link & Nickolaus 2015) von Vorteil scheint.

#### *Fehlerdiagnosekompetenz:*

Für die Fehlerdiagnosekompetenz dokumentieren die Analysen einen ähnlich starken Kompetenzzuwachs wie für das Fachwissen ( $d = 0.76$ ) (vgl. Abb. 6). Damit wird H1 durchgängig gestützt.

<sup>13</sup> Die Abkürzung ET steht im Folgenden für Eingangstest wohingegen mit AT der Ausgangstest gemeint ist. Lediglich für die besonders heterogene dritte Schulungsgruppe zeigt sich ein leichter Anstieg des Streuungsmaßes von 18,4 auf 19,7 Prozentpunkte. Bei den anderen beiden Gruppen sind die Standardabweichungen jeweils um knapp 5% gesunken. Dies spricht für eine deutliche Homogenisierung der Merkmalsausprägungen.

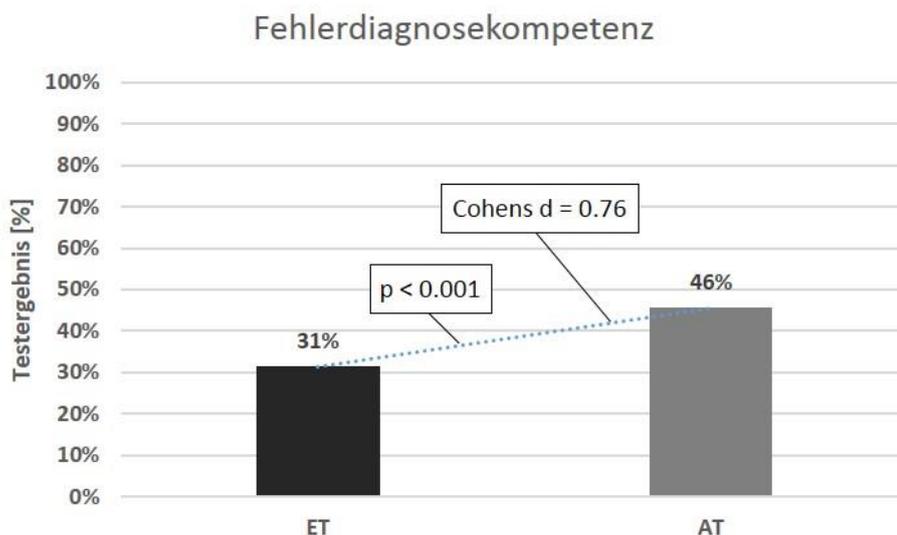


Abbildung 6: Entwicklung der Fehlerdiagnosekompetenz im Schulungsverlauf. Die Ergebnisse resultieren aus einem t-Test für verbundene Stichproben:  $t(32) = -4,99$ ,  $p < 0.001$ ,  $d = 0.76$ .

Im Gegensatz zum Fachwissen kommt es im Zuge der Schulung allerdings zu keiner Homogenisierung der erbrachten Leistungen ( $SD_{ET} = 16,8 \%$ ,  $SD_{AT} = 20,3 \%$ ). Einen Erklärungsansatz für diesen eher unerwünschten Effekt lieferte eine gruppenspezifische Betrachtung der Daten. Dabei fällt auf, dass die Teilnehmer der heterogenen dritten Schulungsgruppe im Rahmen des Treatments noch weiter voneinander abdriften ( $SD_{ET} = 16,4 \%$ ,  $SD_{AT} = 21,7 \%$ ), wohingegen die anderen beiden Gruppen eine konstante Streuung aufweisen.

## 6.2 Schulungsgruppenspezifische Ergebnisse zur Wirksamkeit des Treatments

### *Fachwissen:*

Vergleicht man die drei Schulungen, die mit Auszubildenden, Studierenden dualer Studienprogramme und wenigen praktizierenden Servicetechnikern zweier großer mittelständischer Firmen durchgeführt wurden, so zeigen sich bezogen auf das Fachwissen z.T. deutliche Unterschiede in den Eingangskompetenzen (vgl. Abb. 7). Die Unterschiede könnten darauf zurückgeführt werden, dass in den letzten beiden Schulungen die Testung eingebettet in die (fortgeschrittene) Prüfungsvorbereitung erfolgte, wohingegen die Schulung 1 zu einem etwas früheren Zeitpunkt stattfand.

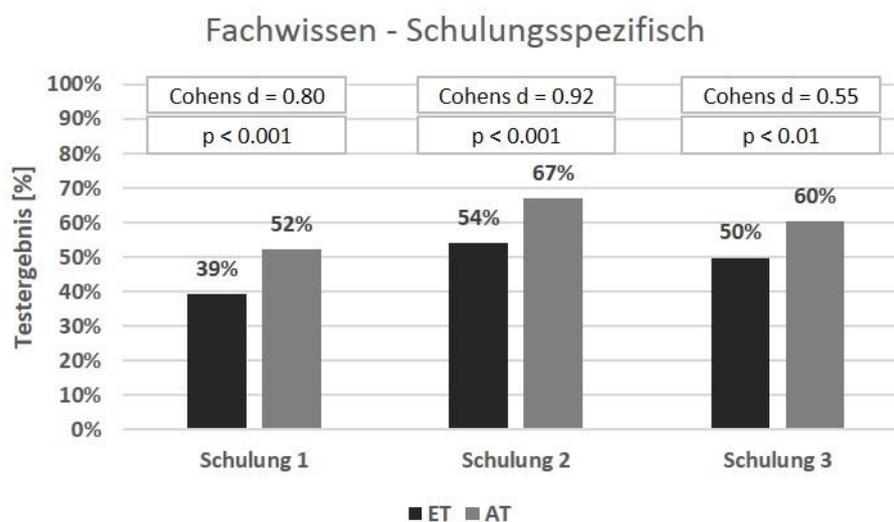


Abbildung 7: Schulungsgruppenspezifische Entwicklungsdynamiken des Fachwissens. Bei der dargestellten Analyse handelt es sich um separat durchgeführte t-Tests mit Messwiederholung und einer Bonferroni-Korrektur ( $p^* = 0.05/3 = 0.016$ ) (vgl. Abdi 2007). Schulung 1:  $t(9) = -6,01$ ,  $p < 0.001$ ,  $d = 0.80$ ; Schulung 2:  $t(12) = -5,40$ ,  $p < 0.001$ ,  $d = 0.92$ ; Schulung 3:  $t(11) = -4,19$ ,  $p < 0.01$ ,  $d = 0.55$ .

Neben den deutlichen Unterschieden in den Eingangsleistungen zeigt sich auch, dass die Schulungseffekte bezogen auf beide Leistungsgruppen mittlere bis hohe Werte erreichen. Das bedeutet, dass auch H2 gestützt werden kann. Um zu überprüfen, ob die Schulung einen kompensatorischen Effekt auf die Fachwissensausprägung hat und die Gruppen sich unabhängig von ihrem Vorwissen positiv entwickeln, wurde zusätzlich eine univariate Kovarianzanalyse unter Kontrolle des Fachwissens im Eingangstest durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigen, dass sich die drei Gruppen am Ende der Schulung nicht überzufällig voneinander unterscheiden. Somit lässt sich der kompensatorische Effekt durchgängig beobachten.

#### *Fehlerdiagnosekompetenz:*

Bezogen auf die Entwicklung der Fehlerdiagnosekompetenz (vgl. Abb. 8) zeigen sich allerdings deutlich unterschiedliche Effektstärken. Um die kompensatorische Wirkung der Intervention bzgl. der Fehlerdiagnosekompetenz prüfen zu können, wurde erneut eine Kovarianzanalyse, mit der Fehlerdiagnosekompetenz im Eingangstest als Kovariate und der Fehlerdiagnosekompetenz nach der Intervention als abhängige Variable gerechnet. Die Post-hoc-Vergleiche der Kovarianzanalyse zeigen, dass bei einer Kontrolle der Fehlerdiagnosekompetenz zu Beginn der Intervention zwischen der zweiten Schulungsgruppe und den beiden anderen Gruppen signifikante Unterschiede zu der Fehlerdiagnosekompetenz am Ende der Schulung bestehen. Bei einer genaueren Analyse der erreichten Testwerte in Gruppe zwei zeigten sich bei einem substantiellen Teil der Probanden negative Entwicklungen vom einen zum anderen Messzeitpunkt. Das verweist auf substantielle testmotivationale

Probleme. Als hoch wahrscheinliche Ursache für das Ausbleiben der kompensatorischen Wirkung bei der zweiten Schulungsgruppe sehen wir Informationen, die in einer Pause der Schulung die Teilnehmer erreichten, in welchen einigen Auszubildenden die Hoffnung auf einen Anschlussvertrag nach der Ausbildung genommen wurde.

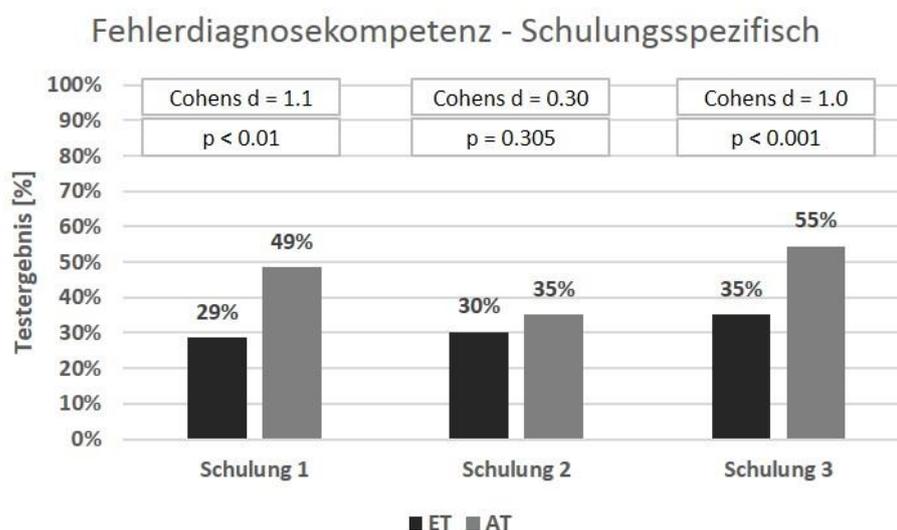


Abbildung 8: Schulungsgruppenspezifische Entwicklungsdynamiken der Fehlerdiagnosekompetenz. Bei der dargestellten Analyse handelt es sich um separat durchgeführte t-Tests mit Messwiederholung und einer Bonferroni-Korrektur ( $p^* = 0.05/3 = 0.016$ ) (vgl. Abdi 2007). Schulung 1:  $t(9) = -3,78$ ,  $p < 0.01$ ,  $d = 1.1$ ; Schulung 2:  $t(11) = -1,08$ ,  $p = 0.305$ ,  $d = 0.30$ ; Schulung 3:  $t(10) = -4,76$ ,  $p < 0.001$ ,  $d = 1.0$ .

### 6.3 Ergebnisse zur Zuverlässigkeit von Selbst- und Fremdeinschätzungen in Bezug auf das Fachwissen

Neben den durchgeführten Kompetenztests wurden hinsichtlich der in der Weiterbildung häufig verwendeten Selbsteinschätzungen auch Selbsteinschätzungsskalen zum Fachwissen eingesetzt, um eine Abschätzung vorzunehmen, welche Güte diese erreichen. Vor dem Hintergrund, dass am ehesten bei Nutzung klarer Kriterien belastbare Aussagen zu erwarten sind, wurden die Selbst- und Fremdeinschätzungsfragebögen so gestaltet, dass die thematischen Anforderungen aller Aufgaben aus dem Fachwissenstest detailliert abgebildet werden (s. o.). Um eine Konfundierung der Teilnehmerurteile durch die wahrgenommene Leistung im Fachwissenstest zu minimieren, wurde der Selbsteinschätzungsfragebogen dabei unmittelbar vor den Fachwissenstests eingesetzt. Die Reliabilität (Cronbachs  $\alpha$ ) der Instrumente fällt sehr zufriedenstellend aus und kann Tabelle 2 entnommen werden:

Objektive Testdaten		Subjektive Einschätzungen		
Fachwissenstests		Selbsteinschätzungen		Fremdeinschätzung
$\alpha_{ET} = 0.88$	$\alpha_{AT} = 0.87$	$\alpha_{ET} = 0.91$	$\alpha_{AT} = 0.92$	$\alpha = 0.97$

Tabelle 2: Reliabilität der Test- und Einschätzungsdaten

Ein Mittelwertvergleich der selbstzugeschriebenen Fachwissensausprägungen zu beiden Messzeitpunkten zeigt, dass die Teilnehmer sich nach der Schulung signifikant besser einschätzen ( $p < 0.001$ ). Dabei fällt die Effektstärke auch in diesem Bereich hoch aus (Cohens  $d = 0.73$ ).

Wie bereits in Kap. 2.3 skizziert, erreichen die Korrelationen zwischen testbasierten Daten und Selbstzuschreibungen zumeist lediglich Werte in der Größenordnung von 0.2 (bei Fremdzuschreibungen ggf. etwas höher, dafür mit stärker schwankender Güte). Vermutet wird, dass die z. T. geringen Zusammenhänge durch die Verletzung der wissenschaftlichen Gütekriterien der Objektivität und der kriterienbezogenen Validität bei Selbst- und Fremdzuschreibungen entstehen. Vor diesem Hintergrund hatten wir in H3 unterstellt, dass sich die Selbstzuschreibungen auch in dieser Studie als wenig geeignet erweisen, um Abschätzungen der Kompetenzausprägungen vorzunehmen. Zugleich wurde versucht, durch die kriterienbezogene Erfassung der Selbst- und Fremdzuschreibungen die Erfassungsgüte soweit wie möglich zu optimieren. Tatsächlich fallen die Korrelationswerte (Pearson) in dieser Studie für die Selbsteinschätzungen und testbasierten Leistungen überdurchschnittlich aus, für die Fremdeinschätzungen und die testbasierten Leistungen hingegen ähnlich hoch aus, wie sie von Schrader für Lehrkräfte berichtet werden (vgl. Tabelle 3). Die Zusammenhänge erweisen sich durchgängig als signifikant. Das gilt auch für den Zusammenhang zwischen den Selbst- und Fremdzuschreibungen, die in gleicher Größenordnung korrelieren ( $r = 0.514^{**}$ ;  $N = 34$ ). H3 wird damit falsifiziert, H4 hingegen gestützt.

Objektive Testdaten	Subjektive Einschätzungen	r (Pearson)
Eingangstest	Selbsteinschätzung-Beginn	0.50**
Eingangstest	Fremdeinschätzung	0.49**
Abschlusstest	Selbsteinschätzung-Ende	0.43**

Tabelle 3: Zusammenhang subjektiver Einschätzungen und objektiver Testdaten für das Fachwissen,  $N = 35$ . Anmerkung: \*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 signifikant.

Naheliegender scheint, dass die überdurchschnittliche Korrelation zwischen den Selbstzuschreibungen und den Testdaten auf den hohen Detaillierungsgrad der verwendeten Einschätzungsbögen sowie deren Nähe zum eingesetzten Fachwissenstest zurückzuführen sind.

## 7. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellten Ergebnisse machen deutlich, dass die Fehlerdiagnosekompetenz einerseits von hoher Bedeutung im Tätigkeitsspektrum der Servicetechniker ist und andererseits angehende Servicetechniker in relativ kurzen Schulungen substantielle Kompetenzzugewinne erzielen können. Das entwickelte Förderkonzept erweist sich bezogen auf eine relativ heterogene Adressatengruppe sowohl für die Förderung des Fachwissens als auch für die Fehlerdiagnosekompetenz als effektiv. Da zur Testung der beiden Messzeitpunkten die gleichen Messinstrumente zum Einsatz kamen, ist zwar nicht auszuschließen, dass allein durch die wiederholte Testung ein Lerneffekt resultierte, jedoch spricht die Komplexität der Aufgabenstellungen u. E. gegen diese Ursachenvermutung. Vielmehr scheint der Effekt tatsächlich auf die Intervention rückführbar zu sein. Eine sichere Zuschreibung würde allerdings ein Experimental- Kontrollgruppendesign erfordern. Wünschenswert wäre eine Erweiterung der Stichprobengröße, wobei die Homogenität der Befundlage auch bei Ausweitung der Stichprobe stabile Effekte erwarten lässt. Die deutlich schwächeren Effekte, die im zweiten Schulungsdurchgang bezogen auf die Fehlerdiagnosekompetenz dokumentiert wurden, sind mit großer Sicherheit auf testmotivationale Momente zurückzuführen, die durch Informationen zu Übernahmesituation ausgelöst wurden. Insgesamt erweisen sich die Effektstärken des Treatments als relativ stark. Offen bleibt, ob das in der Konzeptentwicklung auf Transfereffekte ausgelegte Treatment tatsächlich zugleich die Transferfähigkeit begünstigt, d. h. die Fähigkeit, die in diesem Systemkontext erworbenen Diagnosestrategien auf andere Anforderungskontexte zu übertragen. Dafür wäre zusätzlich eine Testung der Fehlerdiagnosekompetenz in einem anderen technischen System oder anderen technischen Systemen erforderlich. Zu berücksichtigen ist dabei, dass eine Testung der Fehlerdiagnosekompetenz mit Papier- und Bleistifttests auch dann nicht valide möglich ist, wenn der Testzuschnitt möglichst dicht an die realen Anforderungen angenähert wird (vgl. Abele, Behrendt, Weber & Nickolaus 2015). D. h., dass entweder reale Arbeitsproben oder zusätzliche Simulationen steuerungstechnischer Anlagen notwendig wären, die eine reliable und valide Testung ermöglichen<sup>14</sup>. In Frage käme dafür gegebenenfalls eine Simulation, die im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen dem Bundesinstitut für Berufsbildung und dem BWT der Universität Stuttgart entwickelt wurde (vgl. Nickolaus, Nitzschke, Maier, Schnitzler, Velten & Dietzen 2015).

Bemerkenswert scheint die relativ hohe Korrelation zwischen den Selbstzuschreibungen zur Ausprägung des Fachwissens und den dazu gewonnenen testbasierten Leistungsmaßen. Dass diese Korrelation bereits vor dem Eingangstest die gleiche Höhe erreicht wie zum Zeitpunkt vor der Ausgangstestung, interpretieren wir das als Hinweis auf relativ stabile Zuschreibungen, die weniger durch die Testsituation als durch die ausdifferenzierte und eng an den Anforderungen ausgerichtete Erhebung der Selbsteinschätzungen zurückzuführen ist. Bei den

---

<sup>14</sup> Im Falle der konstruktiven Problemlösekompetenzen, die über die Fähigkeit steuerungstechnische Anlagen zu programmieren operationalisiert wurde, konnte hingegen gezeigt werden, dass auch mit Papier und Bleistifttests eine gute Abschätzung möglich ist (vgl. Link & Geissel 2015).

Fremdzuschreibungen durch die Ausbilder führt dies allerdings, gemessen an den von Schrader für Lehrkräfte berichteten Werten, zu keiner überdurchschnittlichen Korrelation. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass sich Schraders Aussagen auf Lehrkräfte an Schulen beziehen und für Ausbilder zum Teil deutliche Mildeeffekte in den Leistungszuschreibungen berichtet werden (vgl. Weber et al. 2015).

Im Ausblick auf das entwickelte Lern- und Transferkonzept wird eine Optimierung und Erweiterung des Schulungsvorhabens für Servicetechniker angestrebt. Hierbei soll das ServiceLernLab durch ein „Virtuelles Follow-Up-Training“ (Modul 7) erweitert werden. Ziel ist die Entwicklung und Erprobung einer Nachschulung in einem adaptiven virtuellen Lehr- und Lernraum, bei dem sich die Schulungsteilnehmer dezentral über einen Avatar in das Schulungsszenario begeben. Bei diesem Vorhaben wird unterstellt, dass sich durch die dezentrale Teilnahme neben einer verbesserten räumlichen und zeitlichen Flexibilisierung der Schulung, eine zeitlich kurzgehaltene virtuelle Nachschulung positiv auf die Kompetenzentwicklung auswirkt und geeignet ist, um längerfristige Schulungseffekte zu sichern.

## Literaturverzeichnis

- Abdi, H. (2007). The Bonferonni and Šidák Corrections for Multiple Comparisons. In: Neil Salkind (Ed.).
- Abele, E., Tenberg, R., Wennemer, J., Cachay, J. (2010). Kompetenzentwicklung in Lernfabriken für die Produktion. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jg. 105, 2010, Nr. 10, S. 909-913.
- Abele, S., Walker, F. & Nickolaus, R. (2014). Zeitökonomische und reliable Diagnostik beruflicher Problemlösekompetenzen bei Auszubildenden zum Kfz-Mechatroniker. In S. Greiff, A. Kretzschmar & D. Leutner (Hrsg.), Problemlösen in der Pädagogischen Psychologie [Themenheft]. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 4, S. 167-179.
- Abele, S., Behrendt, S., Weber, W. & Nickolaus, R. (2015). Berufsfachliche Kompetenzen von Kfz-Mechatronikern – Messverfahren, Kompetenzdimensionen und erzielte Leistungen. In K. Beck, M. Landenberger & F. Oser (Hrsg.). Technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung – Ergebnisse aus dem Forschungsprogramm ASCOT (Wirtschaft-Beruf-Ethik, Bd. 2). Bielefeld: Bertelsmann. (im Druck).
- Albus, A. (2014). Entwicklung eines Testteils zur Erhebung der sozialen Perspektivenübernahme bei Servicetechnikern. Universität Stuttgart (Bachelorarbeit).
- Bendorf, M. (2002). Bedingungen und Mechanismen des Wissenstransfers, Lehr- und Lern-Arrangement für die Kundenberatung in Banken. Wiesbaden 2002.
- Bergmann, B., Wiedemann, J. & Zehrt, P. (1997). Konzipierung und Erprobung eines multiplen Störungsdiagnosetrainings. In: Sonntag, K. & Schaper, N. (Hrsg.), Störungsmanagement und Diagnosekompetenz, Leistungskritisches Denken und Handeln in komplexen technischen Systemen. Zürich 1997.

- Bransford, J.D. et al. (1990). Anchored instruction: Why we need it and how technology can help. In: D. Nix & R. Sprio (Eds), *Cognition, education and multimedia*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Bullinger, H.-J. & Scheer, A.-W. (Hrsg.) (2006). *Service Engineering*, Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bühner, M. (2006). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (2. aktualisierte Auflage). München: Pearson.
- Cachay, J., Wennemer, J., Abele, E. & Tenberg, R. (2012). Study on action-oriented learning with a Learning Factory approach. In: *International Conference On New Horizons In Education Inte 2012*.
- Collins, A., Brown, J.S. & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing and mathematics. In L.B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cowell, D. W. (1988). New service development. *Journal of Marketing Management*. Vol. 3, Issue 3, S. 296-312.
- CTGV (Cognitive and Technology Group at Vanderbilt) (1993). Anchored instruction and situated cognition revisited. *Educational Technology*, 33 (3), 52- 70.
- Demel, D. (2014). *Anforderungen an soziale und personale Kompetenzen in Stellenanzeigen im gewerblich-technischen Bereich – Ergebnisse einer Stellenanzeigenanalyse*. Universität Stuttgart (Bachelorarbeit).
- Digel, S. (2010). Interaktionsprozesse beim fallbasierten Lernen - Eine Betrachtung sozialer, struktureller und kognitiver Dimensionen von Fallarbeit in Gruppen. In: Schrader, J., Hohmann, R. & Hartz, S. (Hrsg.): *Mediengestützte Fallarbeit – Konzepte, Erfahrungen und Befunde zur Kompetenzentwicklung von Erwachsenenbildnern*. Bielefeld, S. 263–284.
- Digel, S. (2012). Kooperatives fallbasiertes Lernen. Die Bedeutung von Gruppenprozessen für die Kompetenzentwicklung Lehrender. *REPORT 35(3)*. S. 42-52.
- Dörner, D. (1981). Über die Schwierigkeiten menschlichen Umgangs mit Komplexität. *Psychologische Rundschau*, 32, 163-179.
- Ericsson, K. A. & Simon, H.A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review*, Vol. 87, no. 3, pp. 215-251.
- Fleig, G., Horváth, P. & Seiter, M. (2012). Integration von Produkt und Service - Auf dem Weg zum Lösungsanbieter, *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, ZfBf-Sonderheft 65/12*.
- Goeze, A., Schrader, J., Hartz, S., Zottmann, J. & Fischer, F. (2010). Case-Based Learning with Digital Videos: Does it Promote the Professional Development of Teachers and Trainers in Adult Education? In: Egetenmeyer, R. & Nuissl, E. (Hrsg.): *Teachers and Trainers in Adult Education and Lifelong Learning. European and Asian Perspectives*. Bielefeld, S. 187–198.
- Gruber, H., Mandl, H. & Renkl, A. (1999). Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? (Forschungsbericht Nr. 101). München, Ludwig-Maximilians-Universität.

- Gschwendtner, T., Abele, S. & Nickolaus, R. (2009). Computersimulierte Arbeitsproben: Eine Validierungsstudie am Beispiel der Fehlerdiagnoseleistung von Kfz-Mechatronikern. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Jg. 105, 2009, Nr. 4, S. 556-578.
- Gschwendtner, T., Geißel, B. & Nickolaus, R. (2007). Förderung und Entwicklung der Fehleranalysefähigkeit in der Grundstufe der elektrotechnischen Ausbildung, unter: [http://www.bwpat.de/ausgabe13/gschwendtner\\_etal\\_bwpat13.pdf](http://www.bwpat.de/ausgabe13/gschwendtner_etal_bwpat13.pdf), abgerufen am: 01.11.2012.
- Güzel, E. (2014). Protokoll einer teilnehmenden Beobachtung des Außendienstes eines Servicetechnikers zur Störungsbehebung von Defekten Werkzeugmaschinen eines mittelständischen Unternehmens. Universität Stuttgart.
- Güzel, E., Nickolaus, R., Sari, D., Würmlin, J. & Zinn, B. (2016). Soziale Kompetenzen von angehenden Servicetechnikern - Relevanz, Förderung und Ausprägungen. (in Vorbereitung).
- Hasselhorn, M. (1992). Metakognition und Lernen. In: Nold, G. (Hrsg.): Lernbedingungen und Lernstrategien. Welche Rolle spielen kognitive Verstehensstrukturen? Tübingen: G. Narr, S. 35-63.
- Haller, S. (2012). Dienstleistungsmanagement, Wiesbaden 2012.
- Horváth, P. & Seiter, M. (2012). Steuerung des Transformationsprozesses zum Lösungsanbieter. Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, ZfBf-Sonderheft, Jg. 65, S. 25-44.
- Kleinaltenkamp, M. & Frauendorf, J. (2006). Wissensmanagement im Service Engineering. In: Bullinger, H. J. & Scheer, A. W. (Hrsg.) (2006). Service Engineering. Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. (2. Aufl.) Springer. S. 359-376.
- Klimmer, M. & Schreiber, P. (2010). Erfolgreich durch professionelles Servicemarketing, ServiceToday 4/2010, S. 6-8.
- Krems, J. (1994). Wissensbasierte Urteilsbildung: diagnostisches Problemlösen durch Experten und Expertensysteme. Bern: Huber.
- Langeard, E., Reffiati, P. & Eiglier, P. (1986). Developing new services. In: Venkatesan, M., Schmalensee, D. M., Marshall, C. (Eds.), Creativity in Service Marketing: What is New, What is Works, What is Developing? Chicago, IL: American Marketing Association.
- Lamancusa, J. S., Jorgensen, J. E. & Zayas-Castro, J. (1997). The Learning Factory - A New Approach to Integrating Design and Manufacturing into the Engineering Curriculum. Journal of Engineering Education, S. 103-112.
- Levitt, T. (1972). Production-line approach to service. Harvard Business Review 9/10, S. 41-52.
- Lichtsteiner, R. A. (2004). Die Leistung älterer Mitarbeitender. In: von Cranach, M., Schneider, H.-D., Ulich, E. & Winkler R. (Hrsg.): Ältere Menschen im Unternehmen. Chancen, Risiken, Modelle (S. 149–161). Bern: Haupt.
- Link, N. & Geissel, B. (2015). Konstruktvalidität konstruktiver Problemlösefähigkeit bei Elektroniker/innen für Automatisierungstechnik. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 111.Band, Heft 2, S. 208-221.

- Mähler, C. & Hasselhorn, M. (2001). Lern- und Gedächtnistraining bei Kindern. In K. J. Klauer (Hrsg.), *Handbuch Kognitives Training* (S. 407-429). Göttingen: Hogrefe.
- Meiren, T. (2006). Service Engineering im Trend. Ergebnisse einer Studie unter technischen Dienstleistern. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Menor, L.J., Tatikonda, M. V. & Sampson, S. E. (2002). New service development: areas for exploitation and exploration. *Journal of Operations Management* 20, S. 135-157.
- Meyer, A., Kantsperger, R. & Blümelhuber, C. (2006). Service Engineering zur Internationalisierung von Dienstleistungen. In: Bullinger, H. J. & Scheer, A.W. (Hrsg.): *Service Engineering. Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*. (2. Aufl.) Springer. S. 403-422.
- Mödinger, P. & Redling, B. (2004). Produktbegleitende Dienstleistungen im Industrie- und Dienstleistungssektor im Jahr 2002. In: *Wirtschaft und Statistik* 12/2004, S. 1408-1413.
- Morrison, D. L., Lewis, G. & Lemap, A. (1997). Predictor of fault-finding skill. *Australian Psychologist*, 32, S. 146–152.
- Nickolaus, R. & Seeber, S. (2013). Berufliche Kompetenzen: Modellierungen und diagnostische Verfahren In: Frey, A., Lissmann, U. & Schwarz, B.: *Handbuch berufspädagogischer Diagnostik* (im Druck).
- Nickolaus, N., Nitschke, A., Maier, A., Schnitzler, A., Velten, S. & Dietzen, A. (2015). Einflüsse schulischer und betrieblicher Ausbildungsqualitäten auf die Entwicklung des Fachwissens und die fachspezifische Problemlösekompetenz. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 111.Band, Heft 3, S. 333-358.
- Northcraft, G. B. & Chase, R. B. (1985). Managing service demand at the point of delivery. *Academy of Management Review* 10(1), S. 66-75.
- Nüesch, C. & Metzger, C. (2010). Lernkompetenzen und ihr Zusammenhang mit motivationalen Überzeugungen und Lernleistungen in der kaufmännischen Berufsausbildung. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 106 (1), 36-51.
- Oser, F., Hascher, T. & Spychiger, M. (1999). Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des „negativen“ Wissens. In W. Althof (Hrsg.): *Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern*. Opladen: Leske + Budrich, 11-41.
- PricewaterhouseCoopers PwC (2013). Serviceinnovation: Wachstumsmotor und Ertragsmaschine. Paradigmenwechsel in Sicht: Dienstleistungen werden Kerngeschäft. Online: <http://www.pwc.de/de/consulting/management-consulting/assets/serviceinnovation-wachstumsmotor-und-ertragsmaschine-vf.pdf> (Stand 30.05.2014).
- Sautermeister, S. (2014). Analyse von Anforderungen der sozialen Perspektivenübernahme bei Servicetechnikern. Universität Stuttgart (Bachelorarbeit).
- Sawazki, J. (2014a). Protokoll einer teilnehmenden Beobachtung von Servicetechnikern im Back-Office Bereich zur Störungsbehebung von Defekten Werkzeugmaschinen eines mittelständischen Unternehmens. Universität Stuttgart.

- Sawazki, J. (2014b). Protokoll einer teilnehmenden Beobachtung des Außendienstes eines Servicetechnikers zur Störungsbehebung von Defekten Werkzeugmaschinen eines mittelständischen Unternehmens. Universität Stuttgart.
- Schaper, N., Hochholdinger, S. & Sonntag, K. (2004). Förderung des Transfers von Diagnosestrategien durch computergestütztes Training mit kognitiver Modellierung. *Zeitschrift für Personalpsychologie*, 3 (2), S. 51-62.
- Selman, R., Beardslee, W., Schultz, L., Krupa, M. & Podorefsky, D. (1986). Assessing adolescent interpersonal negotiation strategies: Toward the integration of structural and functional models, in: *Developmental Psychology*, Jg. 22, 1986, S. 450-459.
- Schrader, J. (2011). *Struktur und Wandel der Weiterbildung*. Bielefeld: Bertelsmann.
- Seiter, M. (2013). *Industrielle Dienstleistungen Wie produzierende Unternehmen ihr Dienstleistungsgeschäft aufbauen und steuern*. Wiesbaden: Springer.
- Sonntag, K., Schaper, N. (1997). *Störungsmanagement und Diagnosekompetenz, Leistungskritisches Denken und Handeln in komplexen technischen Systemen*, Zürich.
- Spath, M. & Heermeyer, R. (1997). Anforderungsprofil für Servicetechniker aus der Perspektive eines Serviceleiters. *Lernen & Lehren*, 12(45), S. 49-58.
- Spath, D. & Zähringer, D. (2006). *Service Engineering – ein Gestaltungsrahmen für internationale Dienstleistungen*. In: Bullinger, H. J. & Scheer, A. W. (Hrsg.): *Service Engineering: Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*. Berlin u. a.: Springer. S. 503-520.
- Spiro, R.J., Coulson, R.L., Feltovich, P.J., & Anderson, D. (1988). Cognitive flexibility theory: Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In V. Patel (ed.), *Proceedings of the 10th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Spöttl, G., Becker, M. & Musekamp, F. (2011). Anforderungen an Kfz-Mechatroniker und Implikationen für die Kompetenzerfassung. In: Nickolaus, R. & Pätzold, G. (Hrsg.): *Lehr-Lernforschung in der gewerblich-technischen Berufsbildung (Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik: Sonderband. 25, S. 37–53)*. Stuttgart: Franz Steiner.
- VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) (2008). *Maschinenbau in Zahl und Bild. VDMA Volkswirtschaft und Statistik*.
- VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) (2012). *Maschinenbau in Zahl und Bild. VDMA Volkswirtschaft und Statistik*.
- Vollmers, B. & Kindervater, A. (2010). Sozialkompetenzen in simulierten Berufssituationen von Auszubildenden mit Lernschwierigkeiten: Ein empirischer Vergleich von Beobachterurteilen und Selbsteinschätzungen im Modellversuch VAmB. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, Jg. 106, 2010, Nr. 4, S. 517-533.
- Walliser, J. (2014). *Untersuchung der Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche von Servicetechnikern im industriellen Dienstleistungsbereich*. Universität Stuttgart (Bachelorarbeit).
- Walker, F., Abele, S. & Nickolaus, R. (2014). Validitätsansprüche an die Messung der fachspezifischen Problemlösekompetenz in der Berufsbildung und ihre Einlösung in

gewerblich-technischen Anforderungskontexten. 2. Tagung der Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung (GEBF), Frankfurt.

Walker, F. (2014). Analytische Problemlösefähigkeit von Elektroniker/innen der Automatisierungstechnik und deren computerbasierte Erfassung. ZeB-Forschungskolloquium, Zentrum für empirische Bildungsforschung Universität Duisburg-Essen.

Walker, F., Link, N. & Nickolaus, R. (2015). Berufsfachliche Kompetenzstrukturen bei Elektronikern für Automatisierungstechnik am Ende der Berufsausbildung. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Jg. 1111, H. 2, S. 222-241.

Weber, W., Schmidt, T., Abele, S., Heilig, S., Sarnitz, A. & Nickolaus, R. (2015). Kompetenzzuschreibungen von Ausbildern-Analyse zur Güte von Ausbilderurteilen. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik; Band 111, Heft 1, 2015, S. 125–136.

Wiedemann, J. (1995). Ermittlung von Qualifizierungsbedarf. Am Beispiel der Störungsdiagnose in der flexiblen Fertigung. Münster, New York: Waxmann.

Zinke, G., Schenk, H. & Wasiljew, E. (2014). Berufsfeldanalyse zu industriellen Elektroberufen als Voruntersuchung zur Bildung einer möglichen Berufsgruppe. Abschlussbericht, Heft-Nr. 155. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).

Zinn, B. (2014). Lernen in aufwändigen technischen Reallernumgebungen – eine Bestandsaufnahme zu berufsschulischen Lernfabriken. Die berufsbildende Schule (BbSch), 66(1), S. 23-26.

Zinn, B., Nickolaus, R., Duffke, G., Güzel, E., Sawazki, J. & Würmlin, J. (2015). Belastungen von Servicetechnikern im Maschinen- und Anlagenbau im Bezugfeld lebensphasenorientierten Kompetenzmanagements. In: Frerichs, F. (Hrsg.): Altern in der Erwerbsarbeit – Perspektiven der Laufbahngestaltung. Veichtaer Beiträge zur Gerontologie. Wiesbaden: VS Springer. (im Druck).

## **Autoren**

Prof. Dr. phil. Bernd Zinn

Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft (IfE), Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt  
Technikdidaktik (BPT)

Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart

zinn@ife.uni-stuttgart.de

Dipl. Gwl. Emre Güzel

Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft (IfE), Abteilung Berufs-, Wirtschafts- und  
Technikpädagogik (BWT)

Geschwister-Scholl-Straße 24 D, 70174 Stuttgart

guezal@bwt.uni-stuttgart.de

Juniorprofessor Dr. Felix Walker

Technische Universität Kaiserslautern

Fachdidaktik in der Technik, Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Gottlieb-Daimler-Str. 49, 67663 Kaiserslautern

walker@mv.uni-kl.de

Prof. Dr. phil. Reinhold Nickolaus

Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft (IfE), Abteilung Berufs-, Wirtschafts- und  
Technikpädagogik (BWT)

Geschwister-Scholl-Straße 24 D, 70174 Stuttgart

nickolaus@bwt.uni-stuttgart.de

Dipl.-Gwl. Duygu Sari

Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft (IfE), Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt  
Technikdidaktik (BPT)

Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart

sari@ife.uni-stuttgart.de

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Hedrich, M. Sc., StR

Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft (IfE), Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt  
Technikdidaktik (BPT)

Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart

hedrich@ife.uni-stuttgart.de

---

Zitieren dieses Beitrages:

Zinn, B., Güzel, E., Walker, F., Nickolaus, R., Sari, D. & Hedrich, M. (2015): ServiceLernLab – Ein Lern- und Transferkonzept für (angehende) Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau. Journal of Technical Education (JOTED), Jg. 3 (Heft 2), S. 116-149.