

Berufsbezogene Fähigkeiten digital messen

Herausforderungen, Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel videovignettenbasierter Prüfungsaufgaben für das Kfz-Handwerk



STEFAN HARTMANN
Dr., wiss. Mitarbeiter im
Forschungsverbundprojekt
»DigiDIn-Kfz« an der
PH Ludwigsburg
stefan.hartmann@
ph-ludwigsburg.de



EMRE GÜZEL
Wiss. Mitarbeiter im For-
schungsverbundprojekt
»DigiDIn-Kfz« an der PH
Ludwigsburg
emre.guezel@
ph-ludwigsburg.de



TOBIAS GSCHWENDTNER
Prof. Dr., Verbundprojekt-
leiter »DigiDIn-Kfz«
gschwendtner@
ph-ludwigsburg.de

Eignen sich digitale Aufgaben für eine Messung handwerklicher Kompetenzen im Rahmen der praktischen Gesellenprüfung für Kfz-Mechatroniker/-innen? Und sind sie ökologisch valide; d. h. sind die so erzielten Ergebnisse aussagekräftig in Bezug auf lebensweltliche berufspraktische Kontexte? Zur Beantwortung entsprechender validitätsbezogener Forschungsfragen werden Ergebnisse aus drei unterschiedlichen Datenerhebungen untersucht und diskutiert, die im Rahmen des ASCOT+-Projekts DigiDIn-Kfz erhoben wurden. Die Befunde geben ein gemischtes Bild, das sowohl Chancen als auch Grenzen des eingesetzten digitalen Aufgabenformats aufzeigt.

Digitale Prüfungen auf dem Vormarsch

Kompetenzmessung findet in der beruflichen Bildung in zahlreichen Kontexten statt, beispielsweise im Rahmen von Lernstandskontrollen, in Prüfungen, bei der Erfolgsbeurteilung nach Schulungen und nicht zuletzt bei der Personalauswahl. Die Resultate haben oft weitreichende Konsequenzen für Auszubildende: die Vergabe von Noten, das Bestehen oder Nichtbestehen einer Prüfung, die Zu- oder Absage am Ende eines Bewerbungsverfahrens. Genaue, zuverlässige und letztlich justiziable Messverfahren sind daher unerlässlich. Die Instrumente, die zur Kompetenzerfassung eingesetzt werden, müssen Akteurinnen und Akteure im Berufsbildungssektor zu objektiven, reliablen und validen Schlussfolgerungen befähigen.

Im Zuge der Digitalisierung, die in den Pandemie Jahren eine Beschleunigung erfahren hat, kommt zu den oben skizzierten Herausforderungen eine weitere hinzu. Denn zur Wissens- und Kompetenzerfassung werden nun zunehmend auch computerbasierte Instrumente eingesetzt. So ist in den letzten Jahren eine steigende Verbreitung digitaler Prüfungen zu verzeichnen, beispielsweise in Pflegeberufen (vgl. PETERS/JÜRGENSEN 2022), in der Vermessungstechnik (vgl. HOLLMANN u. a. 2021) und im Kfz-Handwerk (vgl. ZENTRALVERBAND DEUTSCHES KRAFTFAHRZEUGGEWERBE 2022). In Letzterem ist die Anzahl der Auszubildenden, die an digitalen Gesellenprüfungen teilgenommen haben, von

1.200 im Jahr 2019 auf 5.500 im Jahr 2021 gestiegen bei im gleichen Zeitraum nicht wesentlichen Veränderungen in der Anzahl der Prüflinge im Beruf.¹ Bisher betrifft dies allerdings nur den schriftlichen Prüfungsteil; die praktischen Prüfungen für Kfz-Mechatroniker/-innen werden nach wie vor als Arbeitsproben und Fachgespräche durchgeführt. Arbeitsproben als Prüfungsinstrument stellen das Prüfungswesen infolge des hohen Zeit- und Personalaufwands sowie der Grenzen hinsichtlich Objektivität, Reliabilität und Validität vor große Herausforderungen (vgl. WEBER u. a. 2015). Standardisierte, digitale Prüfungsformate könnten hier für ausgewählte Teilkompetenzen geeignete Alternativen darstellen und die beteiligten Prüfungsorgane entlasten (vgl. DEUTSCHER/WINTHER 2019). Aber selbstverständlich haben auch computerbasierte Formate hohe Testgütekriterien zu erfüllen. Digitalen Prüfungen wird nur dann die für einen erfolgreichen Praxiseinsatz nötige Akzeptanz zuteilwerden, wenn belegt wird, dass sie messgenaue und aussagekräftige Ergebnisse liefern. Sollen praktische handwerkliche Fähigkeiten digital gemessen werden, ist besonders die Validität von hohem Interesse (vgl. Infokasten).

¹ Vgl. DATENSYSTEM AUSZUBILDENDE [DAZUBI]. Abschlussprüfungen, Prüfungsteilnehmer/-innen sowie erfolgreiche Prüfungsteilnahmen (Absolventen/Absolventinnen) nach Geschlecht. URL: www.bibb.de/de/1864.php

Digitale Kompetenztests als Prüfungsinstrumente

Im Projekt *DigiDIn-Kfz* wurden digitale, auf Videovignetten basierte Kompetenztests entwickelt und für einen Einsatz als computerbasierte Prüfungsinstrumente in der praktischen Gesellenprüfung (Teil 2) für Kfz-Mechatroniker/-innen optimiert. Videovignetten sind kurze Filme, in denen fachtypische Handlungen gezeigt werden – in unserem Fall Kfz-Reparaturen. Auf jede Filmsequenz folgen eine oder auch mehrere Fragen zu den gezeigten Arbeiten, die von den Auszubildenden zu bearbeiten sind.

Es wurden vier digitale Prüfungsstationen zu den Themen *Beleuchtung, Bremsanlage, Spurstange* und *Steuerriemen* erstellt. Um zu beurteilen, inwiefern Klicks am Computer Rückschlüsse auf Fähigkeiten rund um die Diagnose und Reparatur von Kraftfahrzeugen zulassen, wurden drei Studien zur Prüfung der Validität durchgeführt (vgl. Infokasten). Dabei wurden folgende Hypothesen geprüft:

(H1) Wenn die computerbasierten Prüfungsstationen kfz-bezogene Kompetenzen erfassen, dann schneiden Auszubildende des Kfz-Handwerks substantiell besser ab als Auszubildende eines anderen technischen Berufs ohne Kfz-Bezug.

(H2) Wenn das Lösen der Aufgaben in den computerbasierten Prüfungsstationen Kompetenzen in den Bereichen Kfz-Diagnose und Kfz-Reparatur erfordert, dann hängen die Lösungen deutlich mit inhaltlich korrespondierenden Diagnose- und Reparaturhandlungen an realen Fahrzeugen bzw. Fahrzeugsystemen zusammen.

(H3) Wenn die computerbasierten Prüfungsstationen dieselben Kompetenzen messen wie klassische Prüfungsstationen mit Arbeitsproben, dann müssen die Ergebnisse beider Instrumente substantielle statistische Zusammenhänge aufweisen.

Validität

Validität steht nach MESSICK (1987) im Zentrum eines Prozesses, bei dem die Angemessenheit von Testwertinterpretationen anhand empirischer Evidenzen beurteilt und diskutiert wird. Dabei wird es immer Evidenzen geben, die mal stärker und mal schwächer für oder auch gegen die zugrundeliegenden Validitätsannahmen sprechen (vgl. AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION/AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION/NATIONAL COUNCIL ON MEASUREMENT IN EDUCATION 2014).

Ökologische Validität: Wenn von Prüfungs- oder Testergebnissen auf berufliche Kompetenzen geschlossen wird, kommt der ökologischen Validität eine besondere Rolle zu (vgl. GOUVIER/BARKER/MUSSO 2010). Ökologische Validität bezieht sich auf die Frage, wie aussagekräftig Rückschlüsse von der »künstlichen« Prüfungssituation auf die »echte« Arbeitswelt sind. Zur Beantwortung dieser Frage können verschiedene methodische Ansätze gewählt werden.

Validierungsstudien im Verbundprojekt *DigiDIn-Kfz*

Die vorgestellten Studien sind Teil des Verbundprojekts *DigiDIn-Kfz* (Digitale Diagnostik und Intervention im Kfz-Wesen). *DigiDIn-Kfz* ist ein Verbundprojekt der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg, der Technischen Universität Dresden sowie der Universitäten Freiburg und Erfurt im Rahmen der ASCOT+-Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (Förderkennzeichen: 21AP004A-C).

Untersuchungstichproben und Datenerhebung

Studie 1: 110 Auszubildende der Kfz-Mechatronik und 53 Auszubildende der Elektrotechnik (jew. 3. Ausbildungsjahr); quantitative Laborstudie (Bearbeiten computerbasierter Kompetenztests)

Studie 2: 88 Auszubildende der Kfz-Mechatronik (3. Ausbildungsjahr); quantitative Laborstudie und Arbeitsproben (Bearbeiten computerbasierter Kompetenztests und Durchführen von Diagnosen und Reparaturen an realen Kraftfahrzeugen bzw. Kraftfahrzeugsystemen mit Protokollierung der einzelnen Arbeitsschritte auf standardisierten Protokollbögen durch vorab geschulte Prüfer/-innen.)

Studie 3: 232 Prüfungskandidatinnen und -kandidaten in der praktischen Gesellenprüfung im Fach Kfz-Mechatronik; Feldstudie im Rahmen der Gesellenprüfung (Teil 2) im Fach Kfz-Mechatronik

Auswertungsmethode: quantitative inferenzstatistische Verfahren, softwaregestützte Auswertung mit R

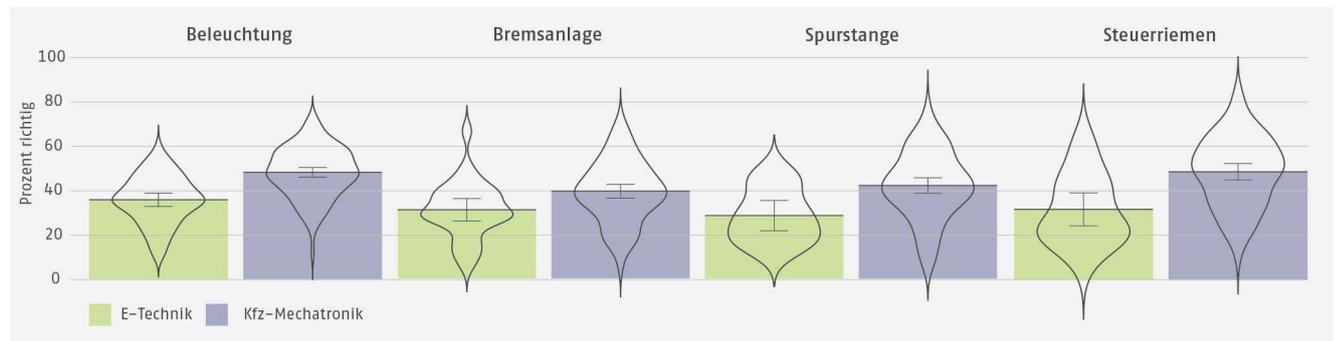
Untersuchungszeitraum: 2021–2023

Validierungsstudien

Die Untersuchung der ersten Hypothese folgte dem Konzept der »Validierung mit bekannten Gruppen« (CRONBACH/MEEHL 1955). Das einfache Prinzip hinter diesem Ansatz lautet, dass Personen, die Lerngelegenheiten zum Erwerb bestimmter Kompetenzen erhalten haben, bei einem Test dieser Kompetenzen besser abschneiden müssen als Personen, die keine entsprechenden Lerngelegenheiten hatten. Computerbasierte Prüfungsstationen, die Kompetenzen in den Bereichen Kfz-Diagnose und -Reparatur messen, sollten für Auszubildende des Kfz-Handwerks also deutlich leichter zu bewältigen sein als für Auszubildende eines Berufs ohne Kfz-Bezug, beispielsweise der Elektrotechnik. Um diese Annahme zu prüfen, haben 110 Kfz-Mechatroniker/-innen und 53 Elektroniker/-innen (Energie- und Gebäudetechnik: 29; Geräte und Systeme: 24) des dritten Ausbildungsjahrs die oben genannten computerbasierten Prüfungsstationen bearbeitet. Um Ermüdung und sinkender Motivation vorzubeugen, bekam jede Person nur einen Teil der Stationen zur Bearbeitung vorgelegt, nicht alle vier. Bei der Häufigkeit der richtigen Lösungen zeigten sich durchgängig signifikante, jedoch unterschiedlich stark ausgeprägte Gruppenunterschiede zwischen den Auszubildenden der elektrotechnischen Berufe und des Kfz-Handwerks (vgl. Abb. 1, S. 28). Dieser Befund spricht dafür, dass die computerbasierten Prüfungsstationen Kompetenzen mit

Abbildung 1

Leistungsunterschiede zwischen Auszubildenden der Elektrotechnik und Auszubildenden der Kfz-Mechatronik



Quelle: Eigene Darstellung, dargestellt sind Mittelwerte, Standardfehler und Dichtefunktion

deutlichem Kfz-Bezug messen. Würden die Stationen nur generische Fähigkeiten wie Intelligenz, Problemlösen oder Lesekompetenz erfassen, wären die gefundenen Gruppenunterschiede nicht zu erwarten gewesen (vgl. hierzu NICKOLAUS/KNÖLL/GSCHWENDTNER 2006; GSCHWENDTNER/ABELE/NICKOLAUS 2009).

Die zweite Hypothese wurde in einer Studie überprüft, in der 88 Kfz-Mechatronikauszubildende des dritten Ausbildungsjahrs in der Kfz-Werkstatt der Bildungsakademie der Handwerkskammer Region Stuttgart an echten Fahrzeugen bzw. Fahrzeugsystemen Reparaturaufträge zu den Themen *Beleuchtung*, *Bremsanlage*, *Spurstange* und *Steuerriemen* bearbeiten und anschließend an den vier computerbasierten Prüfungsstationen Aufgaben zu denselben Themen lösen mussten. Auch hier bearbeiteten die Versuchspersonen immer nur einen Teil der Stationen, nicht alle vier. Es wurde untersucht, inwieweit die Leistungen am realen Fahrzeug(-system) mit den Leistungen im Computertest korrespondieren. Bei der Auswertung ergab sich ein sehr heterogenes Bild. Es wurden unterschiedlich starke und nur zum Teil erwartungskonforme Zusammenhänge zwischen den Leistungen der Studienteilnehmer/-innen am realen Fahrzeug(-system) und ihren Leistungen bei den thematisch korrespondierenden digitalen Aufgaben gefunden. Auf der Ebene *einzelner Arbeitsschritte* – z. B. beim Anziehen einer Schraube mit dem korrekten Drehmoment oder beim Überprüfen eines Leuchtmittels mit einem geeigneten Messaufbau – zeigten sich sehr unterschiedliche Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der Arbeitsproben und denen der computerbasierten Aufgaben. Es wurde erwartet, dass Auszubildende, die einen Arbeitsschritt am Fahrzeug korrekt ausführen können, auch das entsprechende Video am PC richtig beurteilen, das denselben Arbeitsschritt darstellt. Umgekehrt sollten Auszubildende, die nicht über das erforderliche Handlungswissen verfügen, sowohl am realen Fahrzeug als auch am Computer zu falschen Lösungen gelangen. Für jeden Arbeitsschritt wurden Kreuztabellen erstellt, aus denen die Übereinstimmung richtiger bzw. falscher Lösungen

am Computer mit richtigen bzw. falschen Lösungen bei der Arbeitsprobe direkt abgelesen werden kann. Insgesamt gibt es 37 solcher Kreuztabellen; in Abbildung 2 sind zwei Beispiele dargestellt.

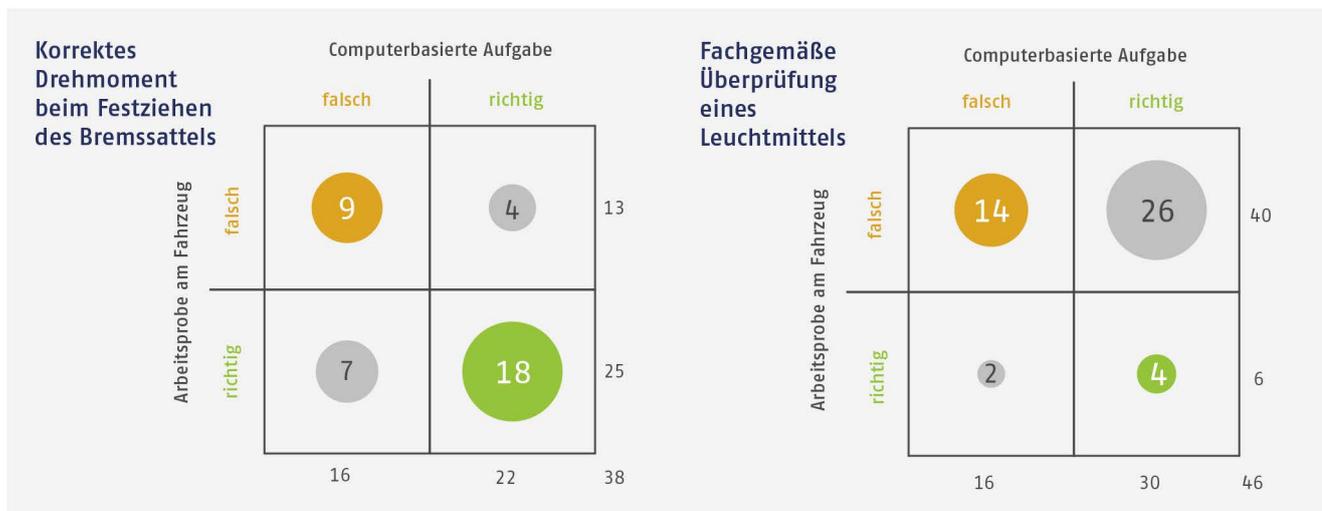
Die Befunde zeigen einerseits, dass sich einzelne Arbeitsschritte durchaus gut computerbasiert mit Videovignetten umsetzen lassen: In einigen Fällen war die Übereinstimmung der Lösungen von computerbasierter Aufgabe und Arbeitsprobe sehr hoch (bis zu 91,3%). Wie das rechte Beispiel in Abbildung 2 illustriert, trifft dies aber nicht für alle Einzelhandlungen zu. In einigen Fällen korrespondierte ein richtig durchgeführter Arbeitsschritt am Fahrzeug mit einer falschen Lösung der zugehörigen computerbasierten Aufgabe und umgekehrt. Auf der Ebene der aus den einzelnen Arbeitsschritten aufsummierten *Gesamtpunktzahlen* resultieren daher auch nur mäßige Zusammenhänge zwischen Arbeitsprobe und computerbasiertem Test. Die Korrelationen sind substantiell niedriger als bei der Messung gleicher Fähigkeiten zu erwarten gewesen wäre und fallen nur zum Teil signifikant aus (vgl. Abb. 3).

Zur Prüfung der dritten Hypothese wurde eine Feldstudie mit 232 Prüfungskandidatinnen und -kandidaten in der praktischen Gesellenprüfung (Teil 2) in der Region Stuttgart durchgeführt. Die Prüfungskommission hatte sich bereiterklärt, neben sechs klassischen Prüfungsstationen mit Arbeitsproben zunächst zwei der vier digitalen Prüfungsstationen einzusetzen. Für den Feldversuch wurden die Themen *Spurstange* ($n = 133$) und *Steuerriemen* ($n = 99$) ausgewählt.

Zur Beurteilung der Messgüte der einzelnen Prüfungsstationen wurde für jede Station die Trennschärfe berechnet, also der statistische Zusammenhang der Punktzahl der Station mit der Summe der Punktzahlen der jeweils restlichen Stationen. Mithilfe dieses Kennwerts, der zwischen -1 und 1 liegen kann, lässt sich beurteilen, wie stark jede Prüfungsstation zur Differenzierung zwischen Auszubildenden mit unterschiedlich hoch ausgeprägten Fähigkeiten beiträgt. Werte oberhalb .30 werden dabei als gut angesehen. Die

Abbildung 2

Zwei Kreuztabellen zum Zusammenhang der Lösungen von computerbasierten Aufgaben (Spalten) und inhaltlich korrespondierenden Arbeitsproben (Zeilen)



Bei perfekter Übereinstimmung wären 100 Prozent der Fälle in den beiden Zellen falsch-falsch (orange) und richtig-richtig (grün) zu finden. Bei der Aufgabe links stimmen die Lösungen in den beiden Formaten in 71,1 Prozent der Fälle, also überzufällig oft überein; bei der Aufgabe rechts hingegen nur in 39,1 Prozent der Fälle.

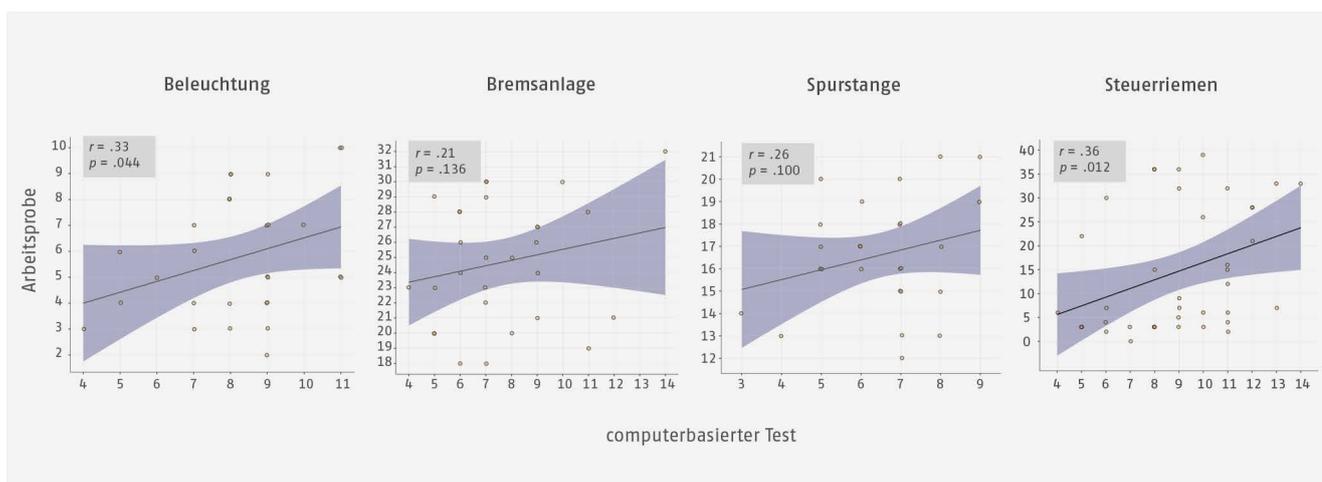
Trennschärfen aller Prüfungsstationen (computerbasiert und real) reichen von .23 bis zu .56 und betragen im Mittel .44. Die Trennschärfen der beiden computerbasierten Prüfungsstationen liegen dabei im Mittelfeld (Spurstange: .43; Steuerriemen: .46).

Neben den Trennschärfen wurden auch die Zusammenhänge der Stationen untereinander analysiert. Die Korrelationen reichen von .10 bis .59 und liegen im Mittel bei .28. Die Zusammenhänge der beiden computerbasierten Prüfungsstationen mit zwei jeweils inhaltlich ähnlichen Ar-

beitsproben liegen dabei deutlich über dem Durchschnitt: Die Prüfungsstationen *Achsvermessung* (Arbeitsprobe) und *Spurstange* (computerbasiert) korrelieren zu .38 ($p < .001$), die Stationen *Steuerkette* (Arbeitsprobe) und *Steuerriemen* (computerbasiert) zu .59 ($p < .001$). Die Befunde zeigen, dass sich die beiden computerbasierten Stationen aus messtheoretischer Sicht gut in die Prüfung integrieren und zur Beurteilung der Fähigkeiten der Prüflinge einen mindestens ebenso guten Beitrag leisten wie die klassischen Prüfungsstationen mit Arbeitsproben.

Abbildung 3

Zusammenhänge zwischen computerbasierten Prüfungsstationen und klassischen Arbeitsproben



Punktzahlen, Regressionsgeraden und 95%-Konfidenzintervalle sowie Korrelationskoeffizient r und Irrtumswahrscheinlichkeit p. Es wurden durchgängig erwartungskonforme positive Zusammenhänge gefunden, allerdings fallen diese geringer als erwartet aus und sind im Fall der Stationen Bremsanlage und Spurstange nicht statistisch signifikant ($p \geq .05$).

Weitere Diskussion und Perspektiven

Insgesamt sind die Befunde aus den drei Erhebungen als gemischt zu bewerten: Einerseits zeigt sich, dass sich bestimmte reparaturbezogene Fähigkeiten valide mithilfe von Videovignetten am PC erfassen lassen. Andererseits ist der Schluss von den Testergebnissen der digitalen Prüfungsstationen auf praktische Fähigkeiten nicht pauschal und uneingeschränkt gültig: Bei einzelnen Handlungsschritten wurde kein Zusammenhang von digitaler Aufgabe und Arbeitsprobe gefunden, bei einigen sogar ein negativer Zusammenhang. Die Sichtung der betroffenen Aufgaben hinsichtlich Oberflächenmerkmalen wie dem Typ der Handlung, der Komplexität der Aufgabe oder der Art des betreffenden Fahrzeugsystems ergaben bisher keine Hinweise, welche Arten reparatur- und diagnosebezogener Fähigkeiten sich gut computerbasiert messen lassen und welche weniger gut. Die potenziellen Gründe für die teilweise geringen Übereinstimmungen von spezifischen Einzelhandlungen können vielfältig sein und sind Gegenstand andauernder Untersuchungen.

Eine praktische Konsequenz im Projekt *DigiDIn-Kfz* war die Nutzung der Befunde, um Aufgaben mit mangelnder Validität zu identifizieren und aus den computerbasierten Instrumenten zu entfernen. Die derart optimierten digitalen Prüfungsstationen werden in zukünftigen Gesellenprüfungen eingesetzt.

Auf Basis der Ergebnisse muss mit Akteurinnen und Akteuren der Berufsbildungs- und Prüfungspraxis auch eine Diskussion darüber angestoßen werden, unter welchen Bedingungen und Voraussetzungen digitale Aufgaben mit Videovignetten klassische Arbeitsproben als Prüfungsinstrumente in der praktischen Gesellenprüfung sinnvoll ergänzen können. Uneingeschränkt empfehlenswert ist ein digitales Testen handwerklicher Fähigkeiten angesichts unserer Befunde sicher nicht. Jedoch legen die drei Studien nahe, dass man klassische, auf Arbeitsproben basierende Gesellenprüfungen durch digitale Aufgaben durchaus sinnvoll ergänzen kann. Dies deckt sich auch mit den Wünschen unserer Praxispartner/-innen, die ihre praktischen Prüfungen gerne um digitale Formate erweitern möchten, wo dies sinnvoll erscheint und durch hinreichend sichergestellte Testgüte gerechtfertigt ist. ◀

LITERATUR

AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION; AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION; NATIONAL COUNCIL ON MEASUREMENT IN EDUCATION: Standards for Educational and Psychological Testing. Washington D.C. 2014

CRONBACH, L. J.; MEEHL, P. E.: Construct validity in psychological tests. In: *Psychological Bulletin* 52 (1955) 4, S. 281–302

DEUTSCHER, V.; WINTHER, E.: Zentrale Abschlussprüfungen in der Berufsausbildung – ein Plädoyer. In: *BWP* 48 (2019) 6, S. 11–15. URL: www.bwp-zeitschrift.de/dienst/publikationen/de/10704

GOUVIER, W. D.; BARKER, A. A.; MUSSO, M. W.: Ecological Validity. In: SALKIND, N. J. (Hrsg.): *Encyclopedia of research design*. Thousand Oaks, CA 2010, S. 399–404. URL: <https://doi.org/10.4135/9781412961288>

GSCHWENDTNER, T.; ABELE, S.; NICKOLAUS, R.: Computersimulierte Arbeitsproben: Eine Validierungsstudie am Beispiel der Fehlerdiagnoseleistungen von Kfz-Mechatronikern. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik* 105 (2009) 4, S. 557–578

HOLLMANN, C.; VON KIEDROWSKI, M.; LORIG, B.; SCHÜRGER, B.: 2.2.334 – Das Prüfungswesen in der digitalen Transformation: Status quo und Entwicklungsperspektiven. Abschlussbericht. Bonn 2021. URL: www.bibb.de/dienst/daprodaprodprocs/pdf/eb_22334.pdf

MESSICK, S.: *Validity* (ETS Research Report No. RR-87-40). Princeton, NJ 1987. URL: <https://doi.org/10.1002/j.2330-8516.1987.tb00244.x>

NICKOLAUS, R.; KNÖLL, B.; GSCHWENDTNER, T.: Methodische Präferenzen und ihre Effekte auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung – Ergebnisse aus Studien in anforderungsdifferenzen elektrotechnischen Ausbildungsberufen in der Grundbildung. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik* 102 (2006) 4, S. 552–577

PETERS, M.; JÜRGENSEN, A.: Prüfen in Zeiten von Corona. Eine Querschnittstudie zur Nutzung digitaler Medien und zur Umsetzung von Prüfungen in der Pflegeausbildung. In: *Pflege* 35 (2022) 3, S. 189–197. URL: <https://doi.org/10.1024/1012-5302/a000868>

WEBER, W.; SCHMIDT, T.; ABELE, S.; HEILIG, S.; SARNITZ, A.; NICKOLAUS, R.: Kompetenzzuschreibungen von Ausbildern. Analyse zur Güte von Ausbilderurteilen. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik* 111 (2015) 1, S. 125–136

ZENTRALVERBAND DEUTSCHES KRAFTFAHRZEUGGEWERBE: *Jahresbericht 2021/2022*. Bonn/Berlin/Brüssel 2022. URL: www.kfzgewerbe.de/verband/jahresberichte

(Alle Links: 19.07.2023)

Die Mitarbeiter von *DigiDIn-Kfz* danken den beteiligten Berufsschulen, der Handwerkskammer Region Stuttgart und der Kfz-Innung Stuttgart, ohne deren Engagement und Unterstützung die hier vorgestellten Studien nicht möglich gewesen wären.