

Diagnosekompetenzen in der Kfz-Ausbildung digital fördern.

Verbundprojekt: Digitale Diagnostik und Intervention im Kfz-Wesen (DigiDIn-Kfz)

Vortragende: Emre Güzel (PH Ludwigsburg), Julius Meier (Uni Erfurt / Uni Freiburg), Dave Rexhäuser (TU Dresden), Maren Schulte (IW Köln / Netzwerk Q 4.0)

Fachforum - Keine Angst vor Fehlern: im Techniksimulator Praxis üben

Abschlussstagung ASCOT+

26. + 27. April 2023



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



PH Ludwigsburg
University of Education



iW

NETZWERK
4.0



Bundesinstitut für
Berufsbildung

Ausgangslage und Projektziel

Ausgangslage und Projektziel

Kfz-Diagnosekompetenz:

Fähigkeiten und Fertigkeiten, Ursachen von Störungen in elektrischen und elektronischen Systemen an Fahrzeugen zu identifizieren

- ▶ Ausbildungsziel & Schlüsselkompetenz von Kfz-Mechatroniker*innen
- ▶ Nur wenige Kfz-Mechatroniker*innen am Ende der Ausbildung erreichen ein wünschenswertes Niveau (curricular & praxisbezogen) (vgl. Nickolaus u.a. 2012)

Ausgangslage und Projektziel

Trainingseinheit „basal“

- 17 % der Auszubildenden scheiterten an Fehlerfällen, bei denen eine Diagnosesoftware zum Ziel „führt“

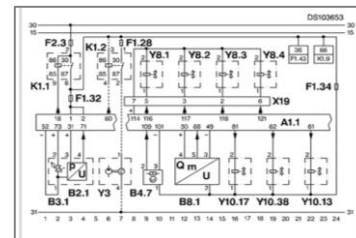
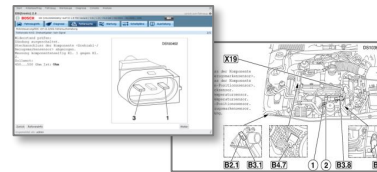


Schritt-für-Schritt-Anleitung

Einbaulagen von Komponenten

Trainingseinheit „komplex“

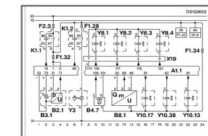
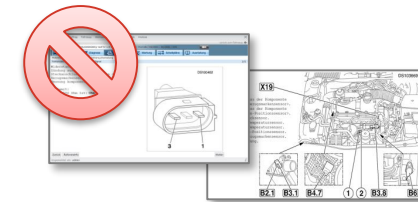
- 52 % scheiterten an Fehlerfällen, bei denen zusätzlich ein Stromlaufplan genutzt werden muss



Stromlaufplan

Trainingseinheit „modellbasiert“

- 85 % scheitern an Fehlerfällen, bei denen ein Expertensystem keine Messhinweise gibt



Mentales Modell

Förderung basaler und komplexer Fehlerdiagnose

Bundesministerium für Bildung und Forschung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

PH Ludwigsburg University of Education

UNI FREIBURG

UNIVERSITÄT ERFURT

iW


NETZWERK 4.0

biBB Bundesinstitut für Berufsbildung

Ausgangslage und Projektziel

Trainingseinheit „basal“

- 17 % der Auszubildenden scheiterten an Fehlerfällen, bei denen eine Diagnosesoftware zum Ziel „führt“

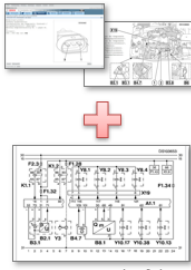


Schritt-für-Schritt-Anleitung

Einbaulagen von Komponenten

Trainingseinheit „komplex“


- 52 % scheiterten an Fehlerfällen, bei denen zusätzlich ein Stromlaufplan genutzt werden muss



Stromlaufplan

Trainingseinheit „modellbasiert“

- 85 % scheitern an Fehlerfällen, bei denen ein Expertensystem keine Messhinweise gibt



Mentales Modell

www.bmbf.de

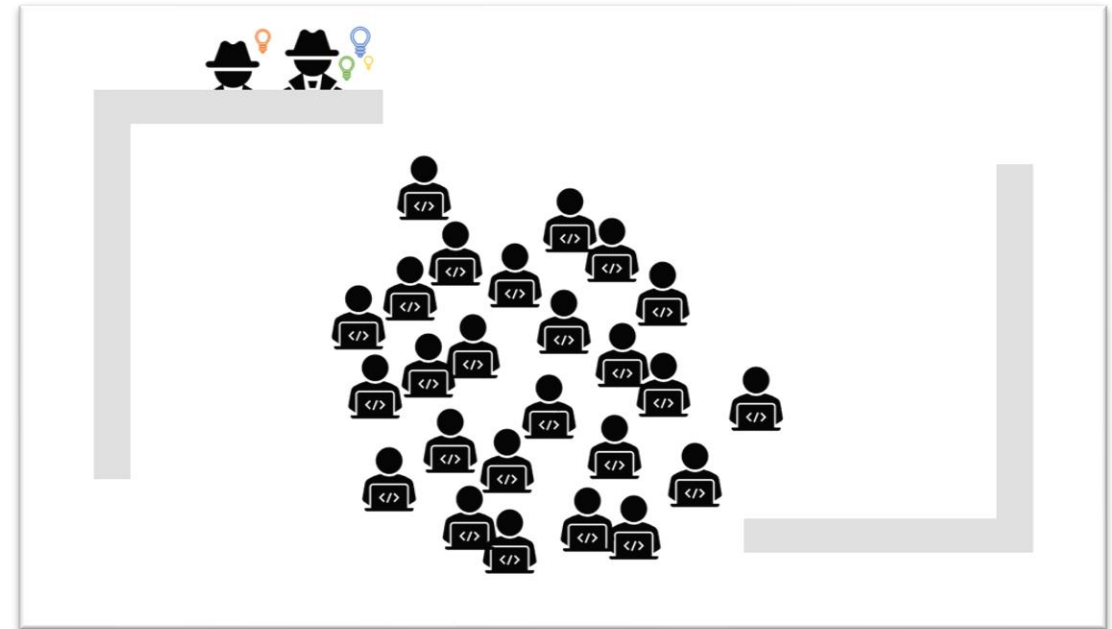
Abschlussstagung ASCOT+ / 26. + 27. April 2023 / Virtuell / Keine Angst vor Fehlern: im Technisimulator Praxis üben

7

Merkmale der Trainingseinheiten basal und komplex

- **Konkrete reale Förderbedarfe**

(Cognitive-Lab-Studie: Norwig, Güzel, Hartmann & Gschwendtner, 2021)



Merkmale des basalen und komplexen digitalen Trainings

- Konkrete reale Förderbedarfe
(Cognitive-Lab-Studie: Norwig, Güzel, Hartmann & Gschwendtner, 2021)
- **Erklärvideos**

Kleine Aufgaben | Ganze Fehlerfälle

00:52 01:24

Merkmale des basalen und komplexen digitalen Trainings

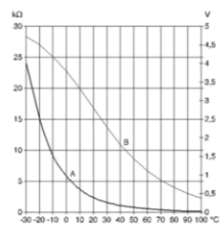
- Konkrete reale Förderbedarfe
(Cognitive-Lab-Studie: Norwig, Güzel, Hartmann & Gschwendtner, 2021)
- Erklärvideos
- **Aufgaben zunehmender Komplexität**

Interaktion: Komplex

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 Abgeben

Aufgabe

Bei dem Sensor handelt es sich um ein NTC, weil im Schaltzeichen die Pfeile in entgegengesetzte Richtungen zeigen.
Eine Widerstandsmessung an diesem Sensor ergab einen Wert von 8 kΩ. Die Außentemperatur zum Zeitpunkt der Messung beträgt ca. 10 °C.
Beurteile den Messwert und nutze dafür die untere Kennlinie A. Wähle anschließend aus den gegebenen Antwortoptionen die passende(n) Schlussfolgerung(en).
Mehrere Antworten können richtig sein.



Bei einem intakten Sensor müsste eine Spannung von ca. 3.3 V am Sensor anliegen

Bei einem intakten Sensor müsste eine Spannung von ca. 0.6 V am Sensor anliegen

Bei einem intakten Sensor müsste ein Widerstand von ca. 4 kΩ am Sensor gemessen werden

Bei einem intakten Sensor müsste ein Widerstand von ca. 20 kΩ am Sensor gemessen werden

Der gemessene Widerstandwert von 8 kΩ deutet auf einen intakten Sensor hin

Der Sensor ist i. O.

Der Sensor muss getauscht werden

Merkmale des basalen und komplexen digitalen Trainings

- Konkrete reale Förderbedarfe
(Cognitive-Lab-Studie: Norwig, Güzel, Hartmann & Gschwendtner, 2021)
- Erklärvideos
- Aufgaben zunehmender Komplexität
- **Feedbacks zum Bearbeitungserfolg**

Sensor ergab einen Wert von 8 kΩ. Die Außentemperatur zum Zeitpunkt der Messung beträgt ca. 10 °C.
für die untere Kennlinie A. Wähle anschließend aus den gegebenen Antwortoptionen die passende(n) Schlussfolgerung(en).

V
5
4,5
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
60 70 80 90 100 °C

- Bei einem intakten Sensor müsste eine Spannung von ca. 3,3 V am Sensor anliegen
- Bei einem intakten Sensor müsste eine Spannung von ca. 0,6 V am Sensor anliegen
- Bei einem intakten Sensor müsste ein Widerstand von ca. 4 kΩ am Sensor gemessen werden
- Bei einem intakten Sensor...
- Der gemessene Widerstand...
- Der Sensor ist i. O.
- Der Sensor muss getauscht...

Schade, leider war deine Antwort nicht korrekt

Bitte klicke auf "Weiter" und wir geben dir einen kleinen Hinweis zur Aufgabe.

Weiter

Merkmale des basalen und komplexen digitalen Trainings

- Konkrete reale Förderbedarfe
(Cognitive-Lab-Studie: Norwig, Güzel, Hartmann & Gschwendtner, 2021)
- Erklärvideos
- Aufgaben zunehmender Komplexität
- Feedbacks zum Bearbeitungserfolg
- **Automatisierte Hilfestellungen**

Intervention: Komplex

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10

 Hinweis 1

Der Wert von 8 k Ω (Kilo Ohm) bedeutet 8000 Ohm.

Und vergiss nicht, du sollst dich an der unteren Kennlinie A orientieren.

Bitte klicke auf "Weiter", um die Aufgabe nochmal zu bearbeiten.

Merkmale des basalen und komplexen digitalen Trainings

- Konkrete reale Förderbedarfe
(Cognitive-Lab-Studie: Norwig, Güzel, Hartmann & Gschwendtner, 2021)
- Erklärvideos
- Aufgaben zunehmender Komplexität
- Feedbacks zum Bearbeitungserfolg
- Automatisierte Hilfestellungen
- **Belohnungssystem**

The screenshot displays a digital training interface. On the left, there is a graph with a vertical axis labeled 'V' (Voltage) ranging from 0 to 5 and a horizontal axis labeled '°C' (Temperature) ranging from 0 to 100. The graph shows a curve that starts at approximately 4.5V at 0°C and decreases as temperature increases. To the right of the graph, there is a list of multiple-choice options with checkboxes. The text above the options reads: 'ein NTC, weil im Schaltzeichen die Pfeile in entgegengesetzte Richtungen zeigen. em Sensor ergab einen Wert von 8 kΩ. Die Außentemperatur zum Zeitpunkt der Messung beträgt ca. 10 °C. safür die untere Kennlinie A. Wähle anschließend aus den gegebenen Antwortoptionen die passende(n) Schlussfolgerung(en) sein.' The options are: 'Bei einem intakten Sensor müsste eine Spannung von ca. 3,3 V am Sensor anliegen', 'Bei einem intakten Sensor müsste eine Spannung von ca. 0,6 V am Sensor anliegen', 'Bei einem intakten Sensor...', 'Der gemessene Widerstand...', 'Der Sensor ist i. O.', and 'Der Sensor muss getauscht...'. A white pop-up window titled 'Richtige Antwort!' is overlaid on the right side of the interface. It contains three stars (one white, two yellow) and the text: 'Glückwunsch, du hast die Aufgabe richtig gelöst. Bitte klicke auf "Weiter", um zum nächsten Abschnitt zu kommen.' A green button labeled 'Weiter' is at the bottom of the pop-up.

Merkmale des basalen und komplexen digitalen Trainings

- Konkrete reale Förderbedarfe
(Cognitive-Lab-Studie: Norwig, Güzel, Hartmann & Gschwendtner, 2021)
- Erklärvideos
- Aufgaben zunehmender Komplexität
- Feedbacks zum Bearbeitungserfolg
- Automatisierte Hilfestellungen
- Belohnungssystem
- Lösungsweg/Musterlösungen

The screenshot displays a digital training interface with five numbered steps:

- 1** In Legende des Stromlaufplans rauslesen, dass es sich um ein Relais handelt. A list of components is shown, with 'K1.29 = Kühlmittel-Glühkerzen-Relais 1' highlighted.
- 2** Komponente und Bezeichnung notieren. A small window shows 'K1.29 = Kühlmittel-Glühkerzen-Relais 1'.
- 3** Die Einbauten für Relais und Sicherungen öffnen. A sidebar menu shows 'Einbaulage Relais und Sicherungen' selected.
- 4** Komponente in Legende finden, Einbaulage in Motorraumübersicht merken. A window shows the component list and a motor compartment diagram with 'K1.29' and 'K1.30' labeled.
- 5** Einbaulage im Fahrzeug finden und Relais K1.29 (links) öffnen. Two images show the physical relay location in a vehicle engine bay and a digital dashboard display.

Merkmale des basalen und komplexen digitalen Trainings

- Konkrete reale Förderbedarfe
(Cognitive-Lab-Studie: Norwig, Güzel, Hartmann & Gschwendtner, 2021)
- Erklärvideos
- Aufgaben zunehmender Komplexität
- Feedbacks zum Bearbeitungserfolg
- Automatisierte Hilfestellungen
- Belohnungssystem
- Lösungsweg/Musterlösungen
- **Infos zum Lernerfolg**

Zwischenergebnis Ziel 1: Komponenten im Stromlaufplan (und am simulierten Fahrzeug) finden

Über alle Aufgaben, welche du zur Erreichung des oben genannten Lernziels bearbeitet hast, hast du folgende Punktzahl erreicht:

8 von 9



BASAL	Teilkompetenzen	KOMPLEX
Umgang mit dem Expertensystem	1	Umgang mit dem Expertensystem
Lesen und Verstehen von Schaltplänen, Einbaulagen und technischen Darstellungen und Schlüssen	2	Lesen und Verstehen von Schaltplänen, Einbaulagen und technischen Darstellungen und Schlüssen
Nutzen obiger Informationsquellen zum planvollen/ strategischen Vorgehen bei der Fehlereingrenzung	3	Nutzen von Schaltplänen zum planvollen/ strategischen Vorgehen bei der Fehlereingrenzung sowie Entwicklung damit verbundener Messtechnik

ca. 7 Ustd.

ca. 9 Ustd.

Ergebnisse der Evaluationsstudie

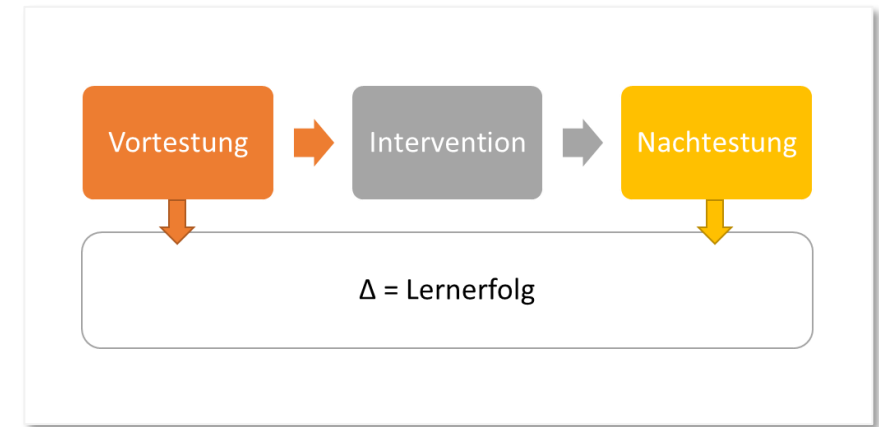
Beide Trainings sind nachweislich lernwirksam

Auszubildende können...

- ...nach dem basalen Training einfachere Fehlerfälle signifikant besser lösen (mittlere bis hohe Effektstärke!)
- ...nach dem komplexen Training schwierigere Fehlerfälle signifikant besser lösen (hohe Effektstärke!)

Fazit

Basale und komplexe Diagnosekompetenzen können mit unseren rein digitalen Trainings substantziell gefördert werden



Förderung modellbasierter Fehlerdiagnose

Ausgangslage und Projektziel

Trainingseinheit „basal“

- 17 % der Auszubildenden scheiterten an Fehlerfällen, bei denen eine Diagnosesoftware zum Ziel „führt“

Schritt-für-Schritt-Anleitung
Einbautagen von Komponenten

Trainingseinheit „komplex“

- 52 % scheiterten an Fehlerfällen, bei denen zusätzlich ein Stromlaufplan genutzt werden muss

Stromlaufplan

Trainingseinheit „modellbasiert“

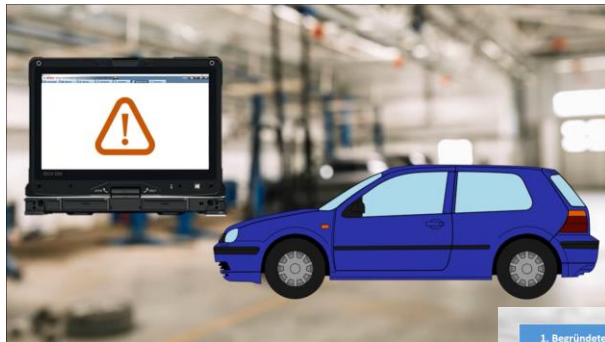
- 85 % scheitern an Fehlerfällen, bei denen ein Expertensystem keine Messhinweise gibt

Mentales Modell

Intervention zur Vermittlung einer Diagnosestrategie

Instruktionsvideos (11 Minuten)

- 2 Einführungsvideo
- + 3 Instruktionvideos zu den 3 Diagnoseschritten



1. Begründete Vermutungen aufstellen	2. Messungen planen	3. Messungen durchführen und Ergebnisse bewerten			
Begründe deine Vermutungen!	Stelle alle in Frage kommenden Vermutungen auf!	Überlege genau, was du wie gemessen haben musst, um deine Vermutung zu bestätigen!			
Begründete Vermutungen	Messstellen	Messbereiche	Messmittel	Messergebnisse	Beurteilungen der Vermutungen
Komponente A könnte defekt sein. Wenn Komponente A defekt wäre, dann hätte es diese oder jene Auswirkung auf Komponente B. Deshalb könnte dann die Funktion D nicht erfüllt werden.	Komponente A PIN 1 gegen Batterieplus, Komponente abgesteckt	Signalspannung [Soll: Rechtecksignal zwischen X und Y Volt]	Oszilloskop	Rechtecksignal entspricht Primusdarstellung	
Leitung B könnte defekt sein. Wenn Leitung B defekt wäre, dann würde Funktion D nicht mehr erfüllt werden, weil Komponente A...	Komponente A, PIN 1 gegen Komponente B, PIN 3, Komponente abgesteckt, kabelbaumseitig	Widerstand [Soll: unter X Ohm]	Multimeter		
Komponente C könnte defekt sein. Wenn Komponente C defekt ist, dann		

Modellierungsbeispiele (60 Minuten)

- 2 Beispiele mit je 3 Videos + Übungsaufgaben
- Experte verbalisiert & modelliert kognitive Prozesse
- → experimentelle Variation



Nr.	Begründete Vermutungen	Messstellen	Messbereiche	Messmittel	Messergebnisse	Beurteilungen der Vermutungen
1	Es könnte sein, dass das Steuergerät kein korrektes Messsignal anlegt.	Pin 61 MSZ gegen Batterieplus, Motor laut!	Signalbereich [Soll: Rechtecksignal (0 bis 15V) ohne Periodenänderung]	Oszilloskop		in Ordnung
2	Es könnte sein, dass die Signalleitung unterbrochen ist.	Pin 62 MSZ gegen Pin 2 LMV, Komponente abgesteckt, kabelbaumseitig	Widerstand [Soll: unter 1 Ohm]	Multimeter	OK	Nicht in Ordnung
3	Es könnte sein, dass das Leuchtelement defekt ist.	LMV Pin 1 gegen Pin 2, Komponente abgesteckt	Widerstand [Soll: 14 bis 20 Ohm]	Multimeter	17 Ohm	in Ordnung
4	Es könnte sein, dass die Phasenverschiebung für das Leuchtelement defekt ist.	LMV Pin 1 kabelbaumseitig gegen Masse, Komponente abgesteckt, Leuchte	Spannung [Soll: 12 bis 15 Volt]	Multimeter	12V	in Ordnung
5						
6						
7						

Ergebnisse & Fazit

- **Effekte der Gesamtintervention**
 - Anstieg im Diagnosewissen und in der Diagnosefähigkeit (Simulation) von Session 1 zu Session 2
- **Zusätzliche Effekte durch Modellierungsbeispiele:**
 - Zusätzlich positiver Effekt für Diagnosewissen, nicht aber für Diagnose in Simulation
- **Fazit:**
 - Kurze Intervention (70 Minuten) ergibt bereits bemerkenswerte Ergebnisse
 - Mehr Übungsmöglichkeiten notwendig, da komplexe Strategie



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



PH Ludwigsburg
University of Education



iW

NETZWERK
4.0



Bundesinstitut für
Berufsbildung

Förderung kollaborativer Fehlerdiagnose

Ausgangspunkt: Kollaboratives Diagnostizieren

Bestimmte Situationen in der Kfz-Störungsdiagnose werden durch eine Zusammenarbeit verschiedener Personen begünstigt (oder erfordern diese sogar). Beispiele:

- *Ein Mechatroniker fragt eine Kollegin bei einer schwierigen Diagnose um Rat*
- *Techn. Anfrage bei einer Kfz-Servicehotline*

The image displays two side-by-side screenshots of a diagnostic collaboration platform. Both screens show a 50% progress bar and a 'Kollaborationssequenz' with a 'Restzeit: 21:33' and a 'weiter' button. The left screen, titled 'Erhebungsplattform Szenario 01', shows a car engine with a 'Partner 1: Werkstatt' overlay. The right screen, titled 'Erhebungsplattform Szenario 01', shows a diagnostic screen with a 'Partner 2: Servicehotline' overlay. Both screens display a chat interface with messages and technical data.

-> Erfordert Diagnosekompetenzen + „Kollaborationskompetenzen“

Ergebnisse + Förderansatz

Festgestellte Defizite (Studie 1): Auszubildenden fiel es u.a. schwer:

- Den gemeinsamen Diagnoseprozess „erfolgreich“ zu gestalten
- Relevante von nicht-relevanten Inhalten zu unterscheiden
- Generierte Evidenzen (z.B. Messwerte) korrekt zu interpretieren

Förderansatz:

- Instruktion von Strategien für „gute Kollaboration“ -> z.B: „Fragen Sie nach, wenn etwas unklar ist“
- Instruktion idealtypischer kollaborativer Diagnoseprozesse -> Ablauf, Ziele, relevante Inhalte, Erfolgsindikatoren

(vorläufige) Ergebnisse zum Förderansatz:

- Es zeigen sich (sehr) geringe positive Effekte

Grundsätze:

- Übernehmen Sie Verantwortung!
- Teilen Sie Ihr Wissen!
- Fragen Sie nach!
- Sagen Sie, was Sie machen!
- Außern Sie Ihre Meinung!

Schritt	1. Klärung d. Problemstellung	2. Bewertung der Testergebnisse
Ziel	Gemeinsames Verständnis der Problemstellung	Ergebnisse in Bezug zu den Regeln zur Fehlerursache bewerten
Strategie	Relevante Information: • Fahrzeugdatei • Kundenanamnese • Fahrzeugzustand der Kundenbrille • Fehlergeschichte einträge	Ergebnisse in Bezug zu den Regeln zur Fehlerursache bewerten eigenen austauschen: Ist Wert-Abgleich alle als Fehlerursache müssen/ausgeschlossen Wahrscheinlichkeitsvorschlag besprechen
Erfolgreich, wenn ...	Beiden Partner:innen liegen alle relevanten Informationen vor	Bauteil wurde als Fehlerursache bestimmt, Reparaturvorschlag wurde formuliert



„Erprobung“ an
Beispielen
(30 Min.)

-> Wir empfehlen eine Integration in die Ausbildungspraxis

Trainingsentwicklung in Kooperation mit dem NETZWERK Q 4.0

NETZWERK Q 4.0 – NETZWERK zur Qualifizierung des Berufsbildungspersonals im digitalen Wandel



Institut der deutschen Wirtschaft

14 Bildungswerke der Wirtschaft sowie
weitere Bildungsanbieter

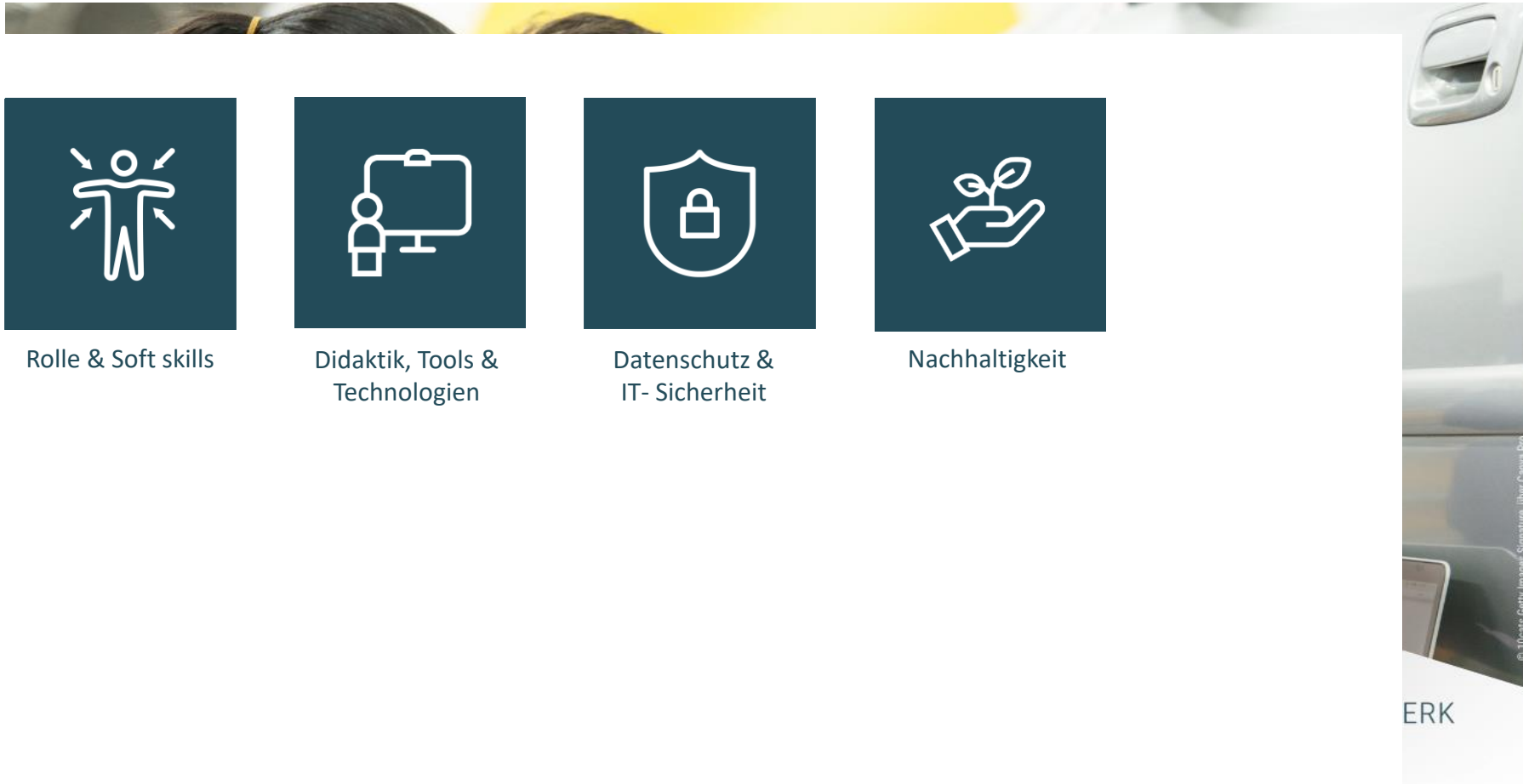


Entwicklung und Implementierung von
passgenauen Weiterbildungsangeboten



Stärkung der digitalen Fachkompetenz sowie
der Selbst- und Sozialkompetenzen der
Ausbilder:innen

Q 4.0 Trainings mit überfachlichem und fachlichem Schwerpunkt



Rolle & Soft skills

Didaktik, Tools &
Technologien

Datenschutz &
IT- Sicherheit

Nachhaltigkeit

Blended-Learning Format und Qualitätsstandards im NETZWERK Q 4.0

Gruppenlernphasen



- online oder vor Ort
- **Vertiefung der Lerninhalte**
- **Austausch und Vernetzung**

Selbstlernphasen



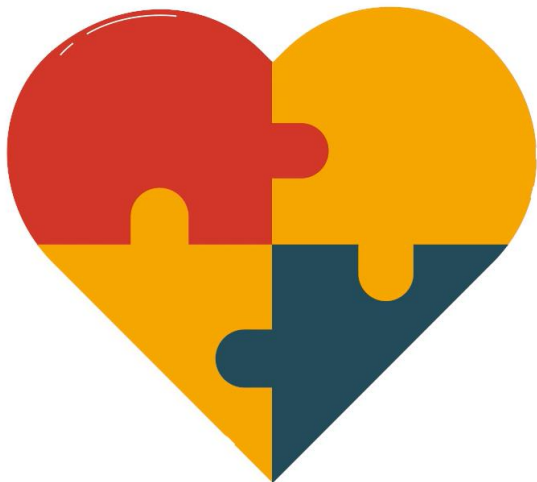
- im eigenen Tempo
- zeitlich und räumlich flexibel
- **multimedial und interaktiv**

Begleitender **Praxistransfer** der Lerninhalte in die **individuelle Ausbildungspraxis** mittels **Praxisaufgaben** und **Praxisprojekten**

Praxistransfer



Praxistransfer und Inhalte des gemeinsam entwickelten Trainings



Konzepterstellung für den Einsatz der Kfz-Computersimulation und der digitalen Lehr-Lern Einheiten in der Ausbildungspraxis

Barrieren im Diagnoseprozess der Azubis identifizieren sowie die eigene Fehlersuchstrategie reflektieren und optimieren

Austausch und Vernetzung / Kennenlernen und Ausprobieren der digitalen Tools und Lehr-Lern Einheiten


Integration der Kfz-Simulation und der digitalen Lehr-Lern Einheiten im Q 4.0 Training

Auszug aus der Ablaufgrafik des Trainings

ARBEITEN MIT DER SIMULATION

4 TE

Messmittel	Hilfsmittel	ESI[tronic]	FAQ	Notizzettel
Multimeter				
Oszilloskop				
Strommesszange				
Adapterstecker				
Buchsenkasten				



LÖSEN VON BARRIEREN – FÖRDERANSÄTZE NUTZEN

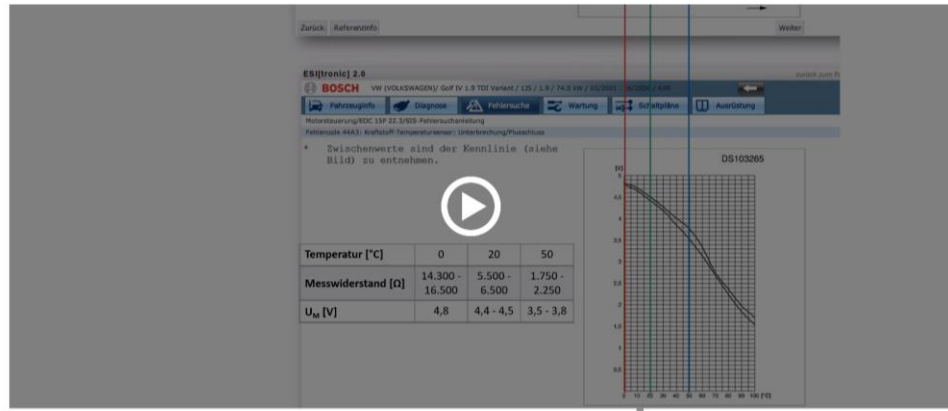
3 TE

Intervention: Komplex

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 Weiter

Ziel 3: Leitungsarten erkennen, verstehen und Leitungen nachverfolgen

Wir haben Sensoren im ESI-Stromlaufplan entdeckt, bei denen die Signalleitungen keine Pfeilsymbole eingezeichnet haben!
Wenn du wissen willst, bei welchen Sensoren die Pfeilsymbole fehlen und warum sie weggelassen wurden, dann schau dir das Video unten an!



Temperatur [°C]	0	20	50
Messwiderstand [Ω]	14.300 - 16.500	5.500 - 6.500	1.750 - 2.250
U _{in} [V]	4,8	4,4 - 4,5	3,5 - 3,8

03:25 05:07

UMFRAGE: Ihre Stimme als Ausbilder:in zählt für Sie, Ihre Azubis und unser Projekt



Wie erleben Sie als Ausbilder:in den digitalen Wandel? Wie bilden Sie aus, und wie gut funktioniert die Zusammenarbeit mit anderen Lernorten? Sagen Sie's uns!

Nehmen Sie sich 15 Minuten Zeit und unterstützen Sie unsere Forschung: <https://www.berufsbildung-digital.com>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Wir freuen uns auf Ihre Fragen!