

# Förderung einer Diagnosestrategie für Kfz-Störungen mittels Modellierungsbeispielen & Aufforderungen zur Selbsterklärung

Peter Hesse<sup>1</sup>, Julius Meier<sup>2,3</sup>, Stephan Abele<sup>1</sup>, Alexander Renkl<sup>3</sup> & Inga Glogger-Frey<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Dresden, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken

<sup>2</sup>Universität Erfurt, Institut für Psychologie

<sup>3</sup>Albert Ludwigs Universität Freiburg, Institut für Psychologie

**4. Netzwerktagung berufliche Bildung**

Online

29.11.2023



**BPäd**  
Professur für  
Berufspädagogik

# Modellbasierte Kfz-Diagnosestrategie

- Störungsdiagnose ist zentraler Bestandteil in Kfz-Mechatronik  
(Spöttl et al., 2011)
- Problemzustand (= vorliegende Störung) → Lösungszustand (= korrekte Diagnose)  
(van Merriënboer et al., 2006)
- Problemlösestrategie = Diagnosestrategie
- Modellbasierte Diagnosestrategie = Aufbau Störungsdiagnose auf mentalem Modell des gestörten Fahrzeugsystems  
(Abele, 2014)
  - Nur rund 15% der Auszubildenden beherrschen diese Strategie am Ende ihrer Ausbildung  
(Abele & von Davier, 2019)

**Forschungsfrage: Wie kann die modellbasierte Kfz-Diagnosestrategie gefördert werden?**

# Förderung von Problemlösekompetenzen

- Beispielbasiertes Lernen effektiv bei Strategievermittlung = **worked example effect**  
(Sweller, 2006)
- Worked example = Modellierungsbeispiel (Lösungsbeispiel)
- Einfache Strategien (Beispielrechnungen Dreisatz) → häufig textbasierte Lösungsbeispiele
- Komplexere Strategien (Argumentationsstrategien) → videobasierte Lösungsbeispiele  
(z.B. Schmitz et al., 2017)

**Forschungshypothese: Beispielbasiertes Lernen mit videobasierten Lösungsbeispielen ist effektiv zur Förderung der modellbasierten Diagnosestrategie!**

# Methode

## Intervention

- Experimentalstudie  $N = 118$  Auszubildende am Ende des dritten Lehrjahres
  - Experimentalgruppe (EG) ( $n = 81$ )
  - Kontrollgruppe (KG) ( $n = 37$ )
- Messwiederholungsdesign (Session 1 → 4 Tage Delay → Session 2)
- Relevante Konstrukte:
  - Diagnosewissen
  - Diagnosefähigkeiten
- Störungsdiagnose in Kfz-Computersimulation



# Methode

## Ablauf der Intervention

### Session 1

- Einführung Studie
- Instruktion Computersimulation & Tests
- Prä-Test:
  - Motivation & Selbstwirksamkeit
  - **Diagnosewissen**  
(Strategy Description Test & Strategy Completion Test)
  - **Diagnosefähigkeiten**  
(2x eigenständige Diagnose)
  - Fachwissen

# Methode

## Ablauf der Intervention

### Session 2

- Refresher Computersimulation
- Intervention (Lernphase 1 + 2):
  - Mind. 6 Instruktionsvideos zur Diagnosestrategie
  - Zusätzliche Videos zu Lösungsbeispielen für EG
  - Selbsterklärungsaufforderungen für EG
- Posttest:
  - Motivation & Selbstwirksamkeit
  - **Diagnosevorgehen**  
(Strategy Description Test & Strategy Completion Test)
  - **Diagnosefähigkeiten**  
(2x eigenständige Diagnose)

# Methode

## Vermittlung der modellbasierten Diagnosestrategie

### Lernphase 1 (Instruktionsphase & Beispiel 01)

Inhalt	Format
Einführung in die Fehlersuchstrategie	Instruktionsvideo – Einführung
	Instruktionsvideo – Einführung
<b>Schritt 1: Begründete Vermutungen aufstellen</b>	Instruktionsvideo – Schritt 1
	Modellierungsbeispiel 01 – Schritt 1
	Selbsterklärungsprompt + Lösung
<b>Schritt 2: Messungen planen</b>	Instruktionsvideo – Schritt 2
	Modellierungsbeispiel 01 – Schritt 2
	Selbsterklärungsprompt + Lösung
<b>Schritt 3: Messungen durchführen &amp; Ergebnisse bewerten</b>	Instruktionsvideo – Schritt 3
	Modellierungsbeispiel 01 – Schritt 3
Zusammenfassung der Fehlersuchstrategie	Instruktionsvideo - Zusammenfassung

### Lernphase 2 (nur Beispiel 02)

Inhalt	Format
Schritt 1: Begründete Vermutungen aufstellen	Modellierungsbeispiel 02 – Schritt 1
	Selbsterklärungsprompt + Lösung
Schritt 2: Messungen planen	Modellierungsbeispiel 02 – Schritt 2
	Selbsterklärungsprompt + Lösung
Schritt 3: Messungen durchführen & Ergebnisse bewerten	Modellierungsbeispiel 02 – Schritt 3

Dauer Instruktionsphase ≈ 11 Minuten Videos  
 Dauer Beispielphase ≈ 34 Minuten Videos + Prompts ≈ 25 Minuten

Gesamtdauer ≈ 70 Minuten

# Methode

## Modellbasierte Diagnosestrategie

- jeder Schritt nur einmal durchlaufen
- besonderer Fokus auf Formulierung der Störungshypothesen

### Begründete Vermutung aufstellen

- alle in Frage kommenden Hypothesen aufstellen
- Hypothesen begründen:
  - Welche Funktion ist wahrscheinlich gestört?
  - Welche Komponenten sind für diese Funktion relevant?
  - Wie arbeiten die Komponenten zusammen, um die Funktion zu erfüllen?

### Messungen planen

- Was musst du genau messen?
- Wie musst du messen?
  - Welche Messstelle(n)?
  - Welche(s) Messmittel?
  - Welche(r) Messbereich(e)?

### Messungen durchführen & Messergebnisse bewerten

- Messergebnisse erfassen
- Messergebnisse bewerten

# Methode

## Lösungsbeispiel

- Störung: Fahrzeug in Werkstatt → Fehlerspeichereintrag „Kraftstofftemperatursensor defekt“
- Expertenvorgehen im Video:

Begründete Vermutung aufstellen	Messstelle	Messmittel	Messbereich	Messergebnis	Bewertung Messergebnisse
Der Sensor könnte defekt sein. Der Widerstand könnte unendlich hoch oder 0 $\Omega$ sein.	Pin1 Sensor & Pin2 Sensor	Multimeter	Widerstand (Soll $\approx$ 500 $\Omega$ )	503 $\Omega$	entspricht Soll-Wert in Ordnung (i.O)
Leitung 1 könnte defekt sein und keine Masseversorgung anliegen.	Pin103 Steuergerät & Pin1 am Kabelbaum des Sensors	Multimeter	Widerstand (Soll < 1 $\Omega$ )	0,2 $\Omega$	entspricht Soll-Wert i.O.
Leitung 2 könnte defekt sein und keine Plusversorgung anliegen.	Pin111 Steuergerät & Pin2 am Kabelbaum des Sensors	Multimeter	Widerstand (Soll < 1 $\Omega$ )	OL	Wert zu hoch nicht in Ordnung
Das Steuergerät könnte defekt sein und das Signal nicht richtig verarbeiten	Pin1 & Pin2 am Kabelbaum des Sensors	Multimeter	Spannung (Soll $\approx$ 5,0 V)	5,1 V	entspricht Soll-Wert i.O.

# Methode

## Erfassung von Diagnosewissen / Diagnosefähigkeiten

### Strategy Description Test

- Beschreibung einer Diagnoseschritte
- bspw. Beschreibung möglicher Ursachen für den Fehlerspeichereintrag
- max. 9 Punkte

### Strategy Completion Test

- Anwendung der Teilschritte einer Diagnosestrategie
- bspw. Ergänzung fehlender Strategieschritte
- max. 47 Punkte

### Strategy Application Test

- eigenständige Diagnose
- zwei unterschiedlichen Störungen (jeweils identisch in Prä- und Posttest)
- max. 8 Punkte

# Ergebnisse

## Haupteffekte des Zeitpunktes (Session 1 vs Session 2)

### Deskriptive Daten

	Gesamtgruppe ( $n = 99$ )			
	Session 1		Session2	
	M	SD	M	SD
Strategy Description Testscore <sup>a</sup>	0.92	0.93	1.68	1.60
Strategy Completion Testscore <sup>b</sup>	15.73	5.13	18.87	6.82
Strategy Application Testscore <sup>c</sup>	0.82	1.35	1.94	1.74

<sup>a</sup> 0-9 Punkte | <sup>b</sup> 0-47 Punkte | <sup>c</sup> 0-8 Punkte

### Diagnosewissen

- Strategy Description Testscore;  $F(1, 99) = 22.35$ ,  $p < .001$ , Partial  $\eta^2 = .187$
- Strategy Completion Testscore;  $F(1, 99) = 28.46$ ,  $p < .001$ , Partial  $\eta^2 = .227$

### Diagnosefähigkeiten

- Strategy Application Testscore;  $F(1, 99) = 41.39$ ,  $p < .001$ , Partial  $\eta^2 = .299$

# Ergebnisse

## Interaktionseffekte von Zeitpunkt & Modellierungsbeispiel

(Ja vs Nein) & (Session 1 vs Session 2)

### Deskriptive Daten

	Experimentalgruppe (n = 65)				Kontrollgruppe (n=34)			
	Session 1		Session2		Session 1		Session2	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Strategy Description Testscore <sup>a</sup>	0.86	0.98	1.95	1.61	0.97	0.87	1.41	1.58
Strategy Completion Testscore <sup>b</sup>	16.58	4.95	21.09	7.22	14.78	5.31	16.65	6.41
Strategy Application Testscore <sup>c</sup>	0.78	1.28	1.58	1.58	0.85	1.42	2.29	1.90

<sup>a</sup> 0-9 Punkte | <sup>b</sup> 0-47 Punkte | <sup>c</sup> 0-8 Punkte

### Diagnosewissen

- Strategy Description Testscore;  $F(1, 99) = 4.03$ ,  $p = .047$ , Partial  $\eta^2 = .040$
- Strategy Completion Testscore;  $F(1, 99) = 4.88$ ,  $p = .030$ , Partial  $\eta^2 = .048$

### Diagnosefähigkeiten

- Strategy Completion Testscore;  $F(1, 99) = 3.39$ ,  $p = .069$ , Partial  $\eta^2 = .034$

# Ergebnisse

## Take away

**Forschungsfrage:** Wie kann die modellbasierte Kfz-Diagnosestrategie gefördert werden?

**Forschungshypothese:** Beispielbasiertes Lernen mit videobasierten Modellierungsbeispielen ist effektiv zur Förderung der modellbasierten Diagnosestrategie!

- Auszubildende erwerben Wissen über die vermittelte Strategie
  - Instruktion zur Diagnosestrategie wirkt positiv
- Auszubildende verbessern sich in der eigenständigen Diagnose
  - Instruktion für Diagnosestrategie wirkt positiv
  - Lösungsbeispiele haben keinen zusätzlich-positiven Effekt

**Die Intervention ist, trotz vergleichsweise geringer Dauer, wirksam. Beispielbasiertes Lernen mit videobasierten Modellierungsbeispielen erweist sich in unserer Studie jedoch nicht als effektives Mittel zur Förderung der modellbasierten Diagnosestrategie.**



# Vielen Dank

## Haben Sie Fragen oder Anregungen?



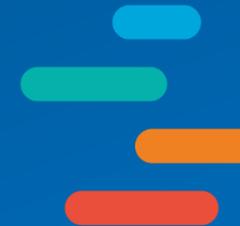
peter.hesse@tu-dresden.de



<https://tu-dresden.de/gsw/ew/ibbd/bp>



@Berufspaed\_TUD



### BPäd

Professur für  
Berufspädagogik