



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**bi**bb Bundesinstitut für  
Berufsbildung

# Digitale Diagnostik und Intervention im Kfz-Wesen (DigiDIn-Kfz)



Bonn, 19. November 2019

Tobias Gschwendtner | Kerstin Norwig | Emre Güzel  
Stephan Abele | Luca Spliethoff | Peter Hesse  
Inga Glogger-Frey | Julius Meyer

[www.bmbf.de](http://www.bmbf.de)

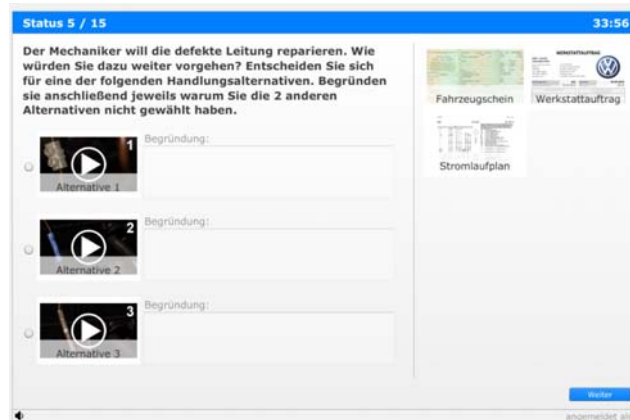


## Gliederung

- Kurze Projektübersicht  
(Ziele, Methoden, Aufgabenpakete)
  - Status Quo: Aktueller Umsetzungsstand
  - Nächste Schritte 2019/ 2020
  - Transferstrategie & Anknüpfungspunkte an die Berufsbildungspraxis
- } jeweils für die  
Projektpartner aus  
LB und DD/FR



## Projektübersicht



### Ziel 1:

Weiterentwicklung der Kfz-Computersimulation und Videotests aus ASCOT zu Prüfungszwecken

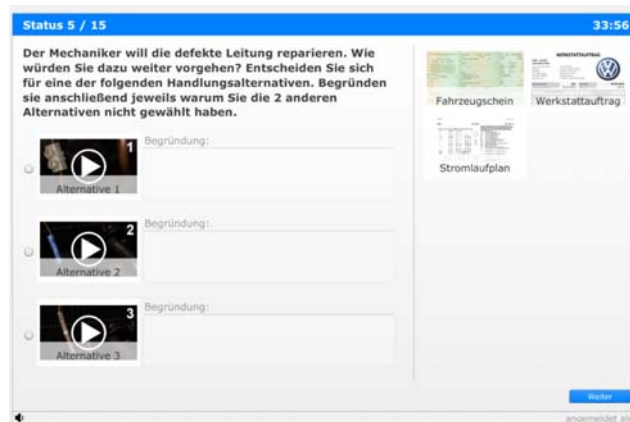
### Ziel 2:

Weiterentwicklung der Kfz-Computersimulation aus ASCOT zu einer digitalen Lernumgebung





## Projektübersicht

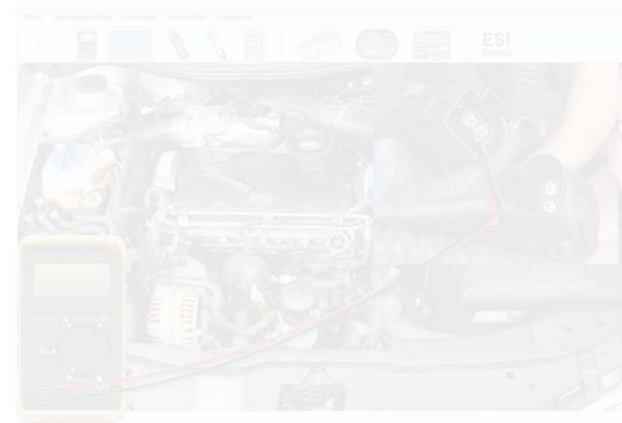


### Ziel 1:

Weiterentwicklung der Kfz-Computersimulation und Videotests aus ASCOT zu Prüfungszwecken

### Ziel 2:

Weiterentwicklung der Kfz-Computersimulation aus ASCOT zu einer digitalen Lernumgebung





# Ziel 1

## Ausgangslage und Ziele

Klassische Abschlussprüfung genügen zentralen wiss. Gütekriterien nicht  
(vgl. Weber u. a. 2015)

- ▶ Standardisierungsgrad der Prüfungen erhöhen  
(Praktikabilität, Reliabilität und Validität)

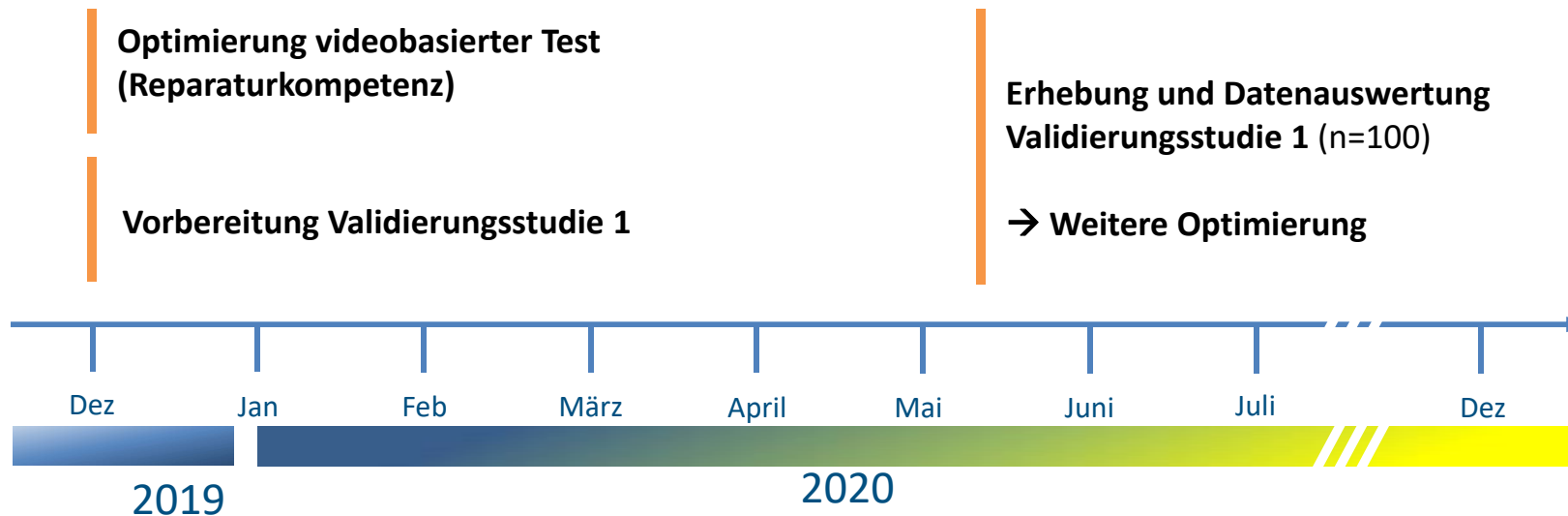
## Methodisches Vorgehen

- Optimierung des videobasierten Tests (Reparaturkompetenz) und anschließende Validierung (AP1)
- Anpassung des videobasierten Tests und der Computersimulation an die Bedürfnisse der Prüfungspraxis (z.B. Echtzeitmessung und –auswertung) (AP2)
- Erprobung und Evaluation beider Instrumente in der Praxis (AP3)



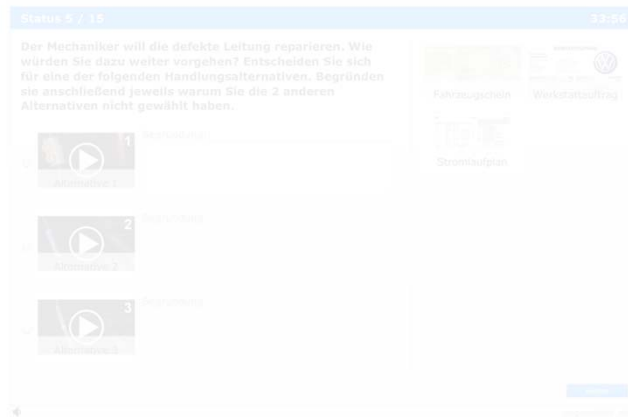
## Ziel 1 – Status Quo und nächste Schritte 2019/ 2020

AP 1





## Projektübersicht



### Ziel 1:

Weiterentwicklung der Kfz-Computersimulation und Videotests aus ASCOT zu Prüfungszwecken

### Ziel 2:

Weiterentwicklung der Kfz-Computersimulation aus ASCOT zu einer digitalen Lernumgebung





## Ziel 2 - Ausgangslage

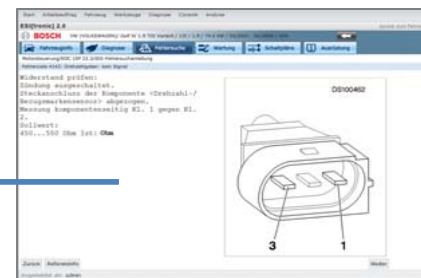
### Kfz-Diagnosekompetenz:

mentale Voraussetzung, Ursachen von Kfz-Störungen zu identifizieren

- ▶ Ausbildungsziel & Schlüsselkompetenz von Kfz-Mechatronikern
- ▶ Nur wenige Kfz-Mechatroniker erreichen hinsichtlich der **Diagnose von Fehlerfällen in elektrischen Systemen** am Ende der Ausbildung ein wünschenswertes Niveau (curricular & praxisbezogen) (vgl. Nickolaus u.a. 2012)



Fahrzeug und Messmittel



Expertensystem

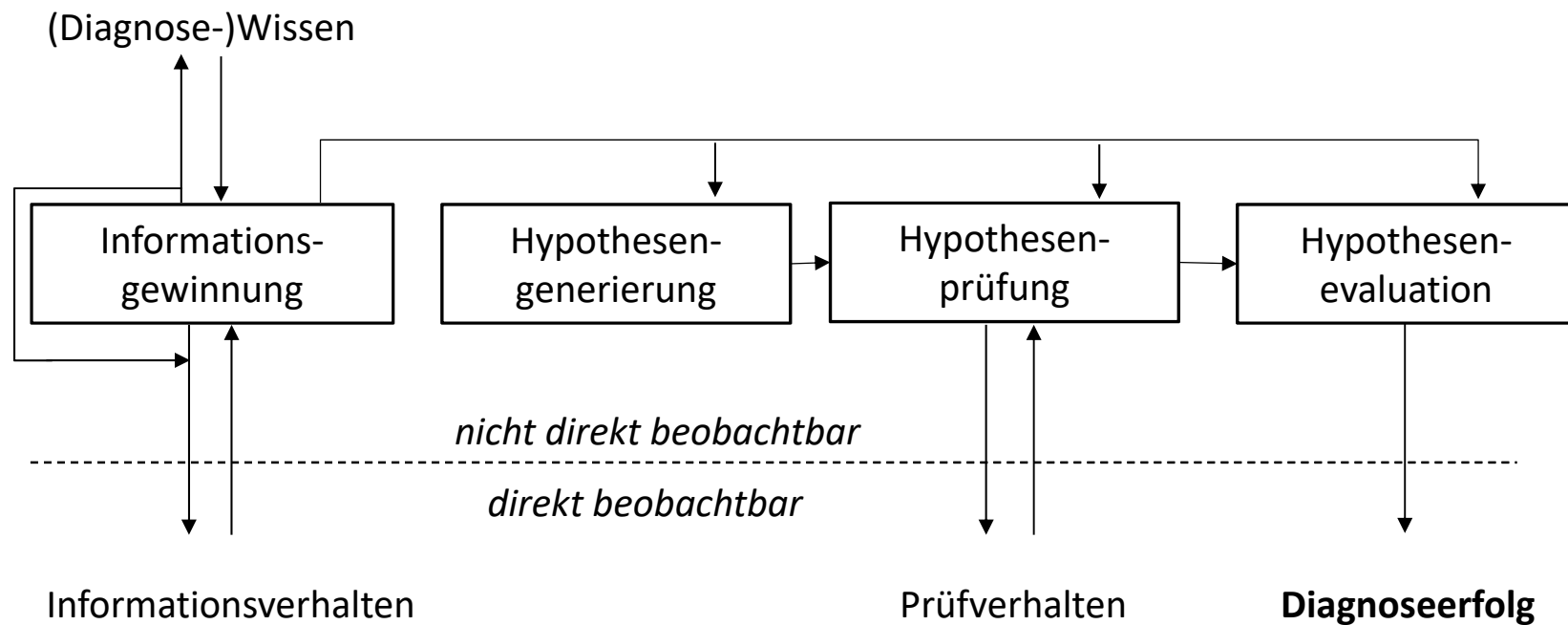




## Ziel 2 - Ausgangslage

### Anforderungen im Diagnoseprozess

(Abele, 2018, Abele & von Davier, 2019)

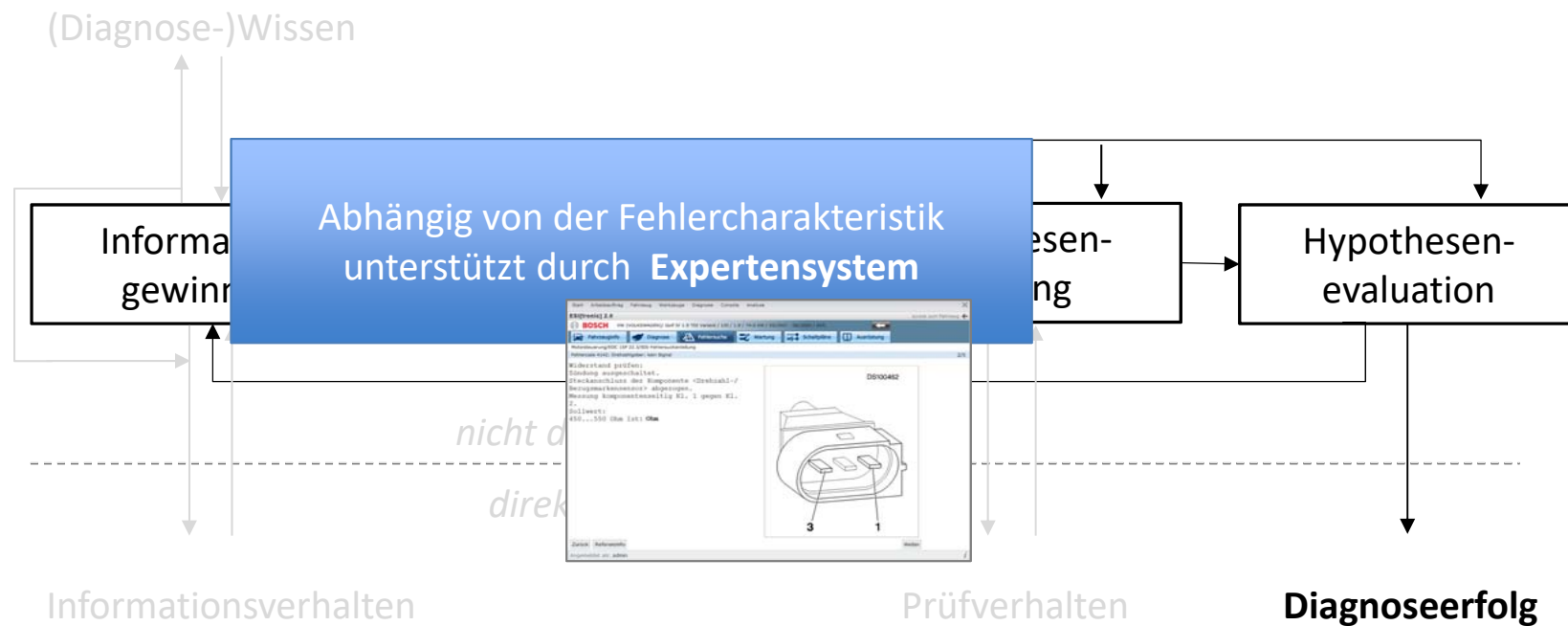




# Ziel 2 - Ausgangslage

## Anforderungen im Diagnoseprozess

(in Anlehnung an Abele 2018, Abele & von Davier, 2019)





## Ziel 2 - Ausgangslage

### Anforderungen im Diagnoseprozess - Befundlage

(Nickolaus u.a. 2012; Abele u.a. 2017)

- Probleme mit **basalen** Leseanforderungen (~17% der Auszubildenden im 3. LJ):  
Rezeption und Verknüpfung einfacher lokaler und teilweise verstreuter Informationen des Arbeitsauftrags und des Expertensystems (vertraute Textarten mit hoher Dichte an Fachbegriffen, z.B. Kurztexpte, Tabellen, 2/3D-Zeichnungen) sowie Lesen und Interpretieren von Messwerten

#### ▶ **Basale diagnoserelevante Rezeptionskompetenz**

Kfz-diagnosespezifische Leistungsdisposition zur Bewältigung von funktionalen Leseanforderungen zur geleiteten Hypothesenbildung und -prüfung, die eine Identifikation, Rezeption und mentale Modellierung lokaler und teilweise verstreuter Informationen in unterschiedlichen alltagsnahen Textarten notwendig machen



## Ziel 2 - Ausgangslage

### Anforderungen im Diagnoseprozess - Befundlage

(Nickolaus u.a. 2012; Abele u.a. 2017)

- Probleme mit **komplexen** Leseanforderungen (weitere ~35% der Auszubildenden):  
(zusätzliche) Rezeption und Nutzung elektrischer Schaltpläne zur Entwicklung geeigneter Messstrategien (schematische Darstellung elektrischer Schaltungen, Schaltzeichen)

#### ► **Komplexe diagnoserelevante Rezeptionskompetenz**

Kfz-diagnosespezifische Leistungsdisposition, die aufbauend auf der basalen diagnoserelevanten Rezeptionskompetenz ein funktionales Lesen elektrischer Schaltpläne zur eigenständigen Hypothesenbildung und -prüfung notwendig macht



## Ziel 2 - Projektvorhaben

- ▶ **leistungsdifferenzierte Förderung** erfolgskritischer Facetten der Kfz-Diagnosekompetenz innerhalb der Kfz-Computersimulation
  - basale diagnoserelevante Rezeptionskompetenz
  - komplexe diagnoserelevante Rezeptionskompetenz
  - modellbasierte Diagnosestrategie
- ▶ Entwicklung und Evaluation computergestützter Verfahren zur Erfassung und Förderung der kollaborativen Kfz-Diagnose



## Ziel 2 - Projektvorhaben

- ▶ **leistungsdifferenzierte Förderung** erfolgskritischer Facetten der Kfz-Diagnosekompetenz innerhalb der Kfz-Computersimulation
  - **basale diagnoserelevante Rezeptionskompetenz**
  - **komplexe diagnoserelevante Rezeptionskompetenz**
  - modellbasierte Diagnosestrategie
- ▶ Entwicklung und Evaluation computergestützter Verfahren zur Erfassung und Förderung der kollaborativen Kfz-Diagnose



## Ziel 2 - Methodische Vorgehensweise

- Analytische und fallbasierte (*cognitive labs*) Identifikation zentraler Rezeptionsbarrieren (AP1)
- Entwicklung und Pilotierung ( $n_{\text{ges}}=40$ ) der Interventionen (AP2)
- Entwicklung und Pilotierung ( $n>80$ ) eines Tests zur Erfassung der diagnoserelevanten Rezeptionskompetenzen (AP3)
- Evaluation der Interventionen (Prä-Post-Exp.-Kontroll.-Design  $n>160$ ) (AP4)
- Entwicklung und Evaluation von Fortbildungen und Erstellung von Fortbildungsmaterial (AP5)



## Ziel 2 - Status Quo: Aktueller Umsetzungsstand

### AP 1) Analytische Identifikation exemplarischer Rezeptionsbarrieren

- Anforderungsanalyse der vorhandenen Fehlerfälle (Motormanagement, Beleuchtungsanlage, Komfortsysteme, Fahrwerk)
- Analysekriterien: lesebezogene und fachliche Anforderungen

Text: Stichwörter und  
Kurzsätze mit hoher  
Dichte an Fachsprache  
→ Aktivierung fachlicher  
Zusammenhänge

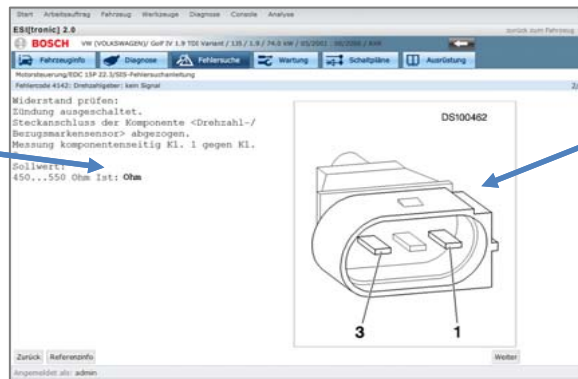


Bild: 3D-Zeichnung mit  
Beschriftung  
(Text-Bild-Bezug  
widersprechend)

funktionales Lesen: Erfassung der  
Messhinweise und mentale Modellierung  
anschließender Handlungen

▶ laufend





## Ziel 2 - Status Quo: Aktueller Umsetzungsstand

### AP 1) Fallbasierte Identifikation exemplarischer Rezeptionsbarrieren

***cognitive labs***: Auszubildende lösen Fehlerfälle laut denkend

- Erhebung diagnoserelevanter Rezeptionskompetenzen an 4 Schulen in BW (3. Lehrjahr Kfz-Mechatroniker; N ca. 200) ✓ **Akquise abgeschlossen**
- Entwicklung eines Testinstruments zur Erfassung diagnoserelevanter Rezeptionskompetenzen ► **laufend**
- Auswahl geeigneter Fehlerfälle für *cognitive labs* ► **laufend**
- Vorbereitung und Durchführung der *cognitive labs* (N=30) ► **noch ausstehend**



## Ziel 2 - Nächste Schritte 2019/ 2020

- AP 1
- AP 2

**Identifikation Rezeptionsbarrieren (basal/komplex)  
(analytisch)**

**Identifikation Rezeptionsbarrieren (basal/komplex)  
(*cognitive labs*)**

- Vorbereitung: Testentwicklung/  
Datenerhebung/Auswahl Fehlerfälle
- Durchführung: Video-/Audiografie
- Auswertung

**Entwicklung und Pilotierung der  
Interventionen (basal/komplex)**  
( $n_{ges}=40$ )





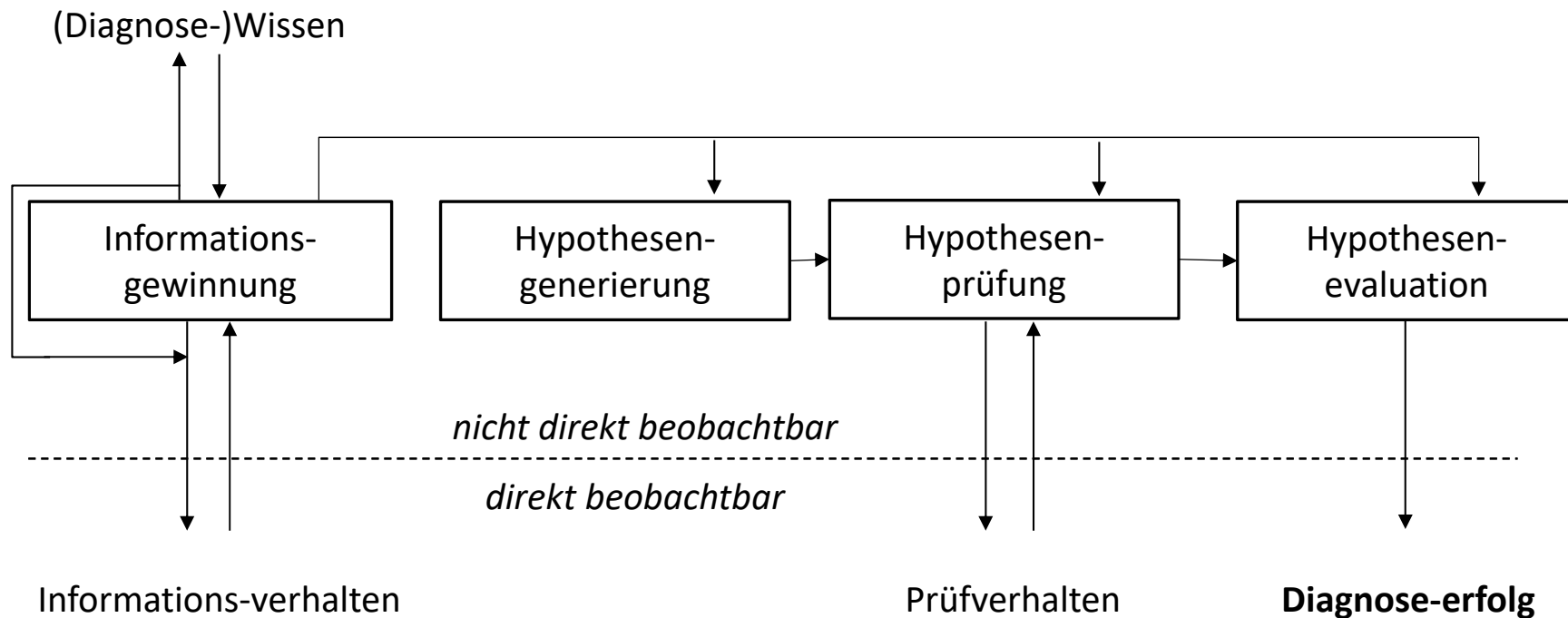
## 2 - Projekthintergrund und -ziele

- ▶ **leistungsdifferenzierte Förderung** erfolgskritischer Facetten der Kfz-Diagnosekompetenz innerhalb der Kfz-Computersimulation
  - basale diagnoserelevante Rezeptionskompetenz
  - komplexe diagnoserelevante Rezeptionskompetenz
  - **modellbasierte Diagnosestrategie**

## Ziel 2 - Projekthintergrund und -ziele

### Diagnostischer Prozess, modellbasierte Diagnosestrategie & Intervention

(Abele, 2018, Abele & von Davier, 2019)





## 2 - Methodische Vorgehensweise

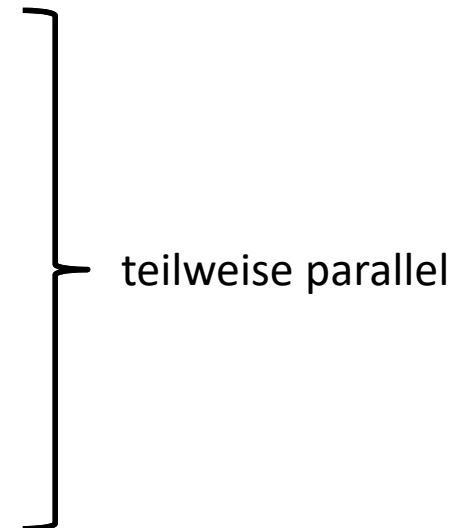
**AP (1):** Reprogrammierung & Weiterentwicklung  
der Kfz-Simulation

**AP (2):** Entwicklung und Validierung geeigneter  
Lösungsbeispiele

**AP (3):** Implementation und Pilotierung ( $N= 45$ )  
der Interventionen

**AP (4):** Evaluation der Interventionen (Haupterhebung)  
Prä-Post-Test Design, voraus. 3 Bedingungen ( $N= 120$ )

**AP (5):** Entwicklung Fortbildungen, Erstellung Fortbildungsmaterial

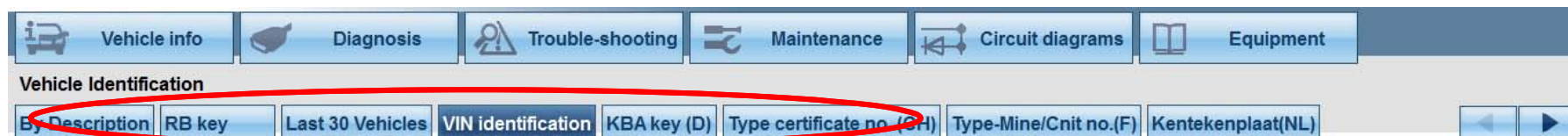
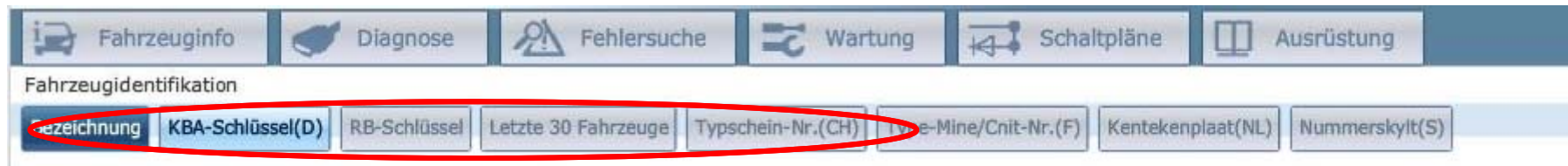




## 2 - Status Quo: Aktueller Umsetzungsstand

### AP (1) Reprogrammierung und Weiterentwicklung Kfz-Simulation

- Neuprogrammierung Kfz-Simulation in HTML 5.0
- Flexibilisierung, Aktualisierung und Optimierung



## 2 - Status Quo: Aktueller Umsetzungsstand

### AP (2) Entwicklung geeigneter Lösungsbeispiele

- Auswahl geeigneter Diagnosefälle: Welche Anforderungen?
  - Notwendigkeit der modellbasierten Diagnosestrategie (Nickolaus et al. 2012, Abele et al., 2014, Abele et al., 2016, Abele & von Davier, 2019)
- Welche Subsysteme und Art der Störung?

## 2 - Status Quo: Aktueller Umsetzungsstand

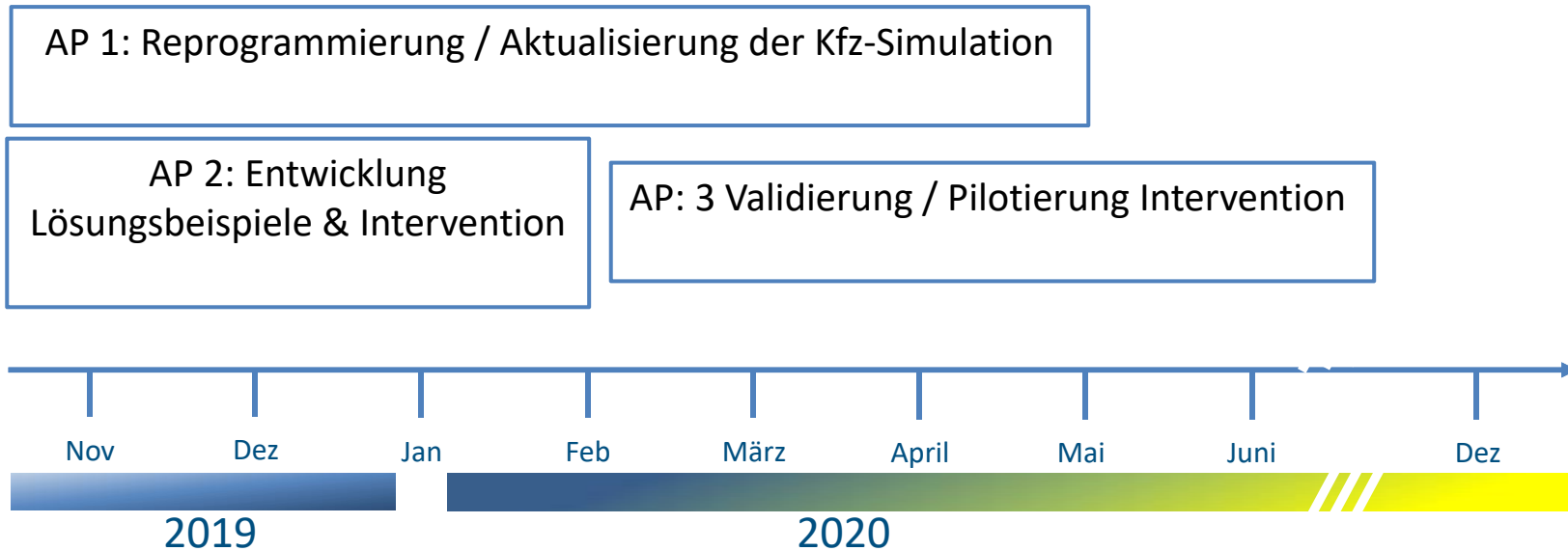
### AP (2) Entwicklung geeigneter Lösungsbeispiele

- Ausarbeitung der Lösungsbeispiele (*worked examples*)
  - Heuristic worked examples (Renkl et al., 2009, Hilbert, Renkl et al., 2008)
  - Worked examples als Screencasts (Frerejean et al., 2018, Mulder et al., 2014)
  - Validierung durch Experten





## 2 - Nächste Schritte 2019/ 2020





## 2 - Projekthintergrund und -ziele

- ▶ leistungsdifferenzierte Förderung erfolgskritischer Facetten der Kfz-Diagnosekompetenz innerhalb der Kfz-Computersimulation
  - basale diagnoserelevante Rezeptionskompetenz
  - komplexe diagnoserelevante Rezeptionskompetenz
  - modellbasierte Diagnosestrategie
  
- ▶ Entwicklung und Evaluation computergestützter Verfahren zur Erfassung und Förderung der kollaborativen Kfz-Diagnose



## 2 - Projekthintergrund und -ziele

- ▶ leistungsdifferenzierte Förderung erfolgskritischer Facetten der Kfz-Diagnosekompetenz innerhalb der Kfz-Computersimulation
  - basale diagnoserelevante Rezeptionskompetenz
  - komplexe diagnoserelevante Rezeptionskompetenz
  - modellbasierte Diagnosestrategie
- ▶ **Entwicklung und Evaluation computergestützter Verfahren zur Erfassung und Förderung der kollaborativen Kfz-Diagnose**



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN



PH Ludwigsburg  
University of Education



Bundesinstitut für  
Berufsbildung

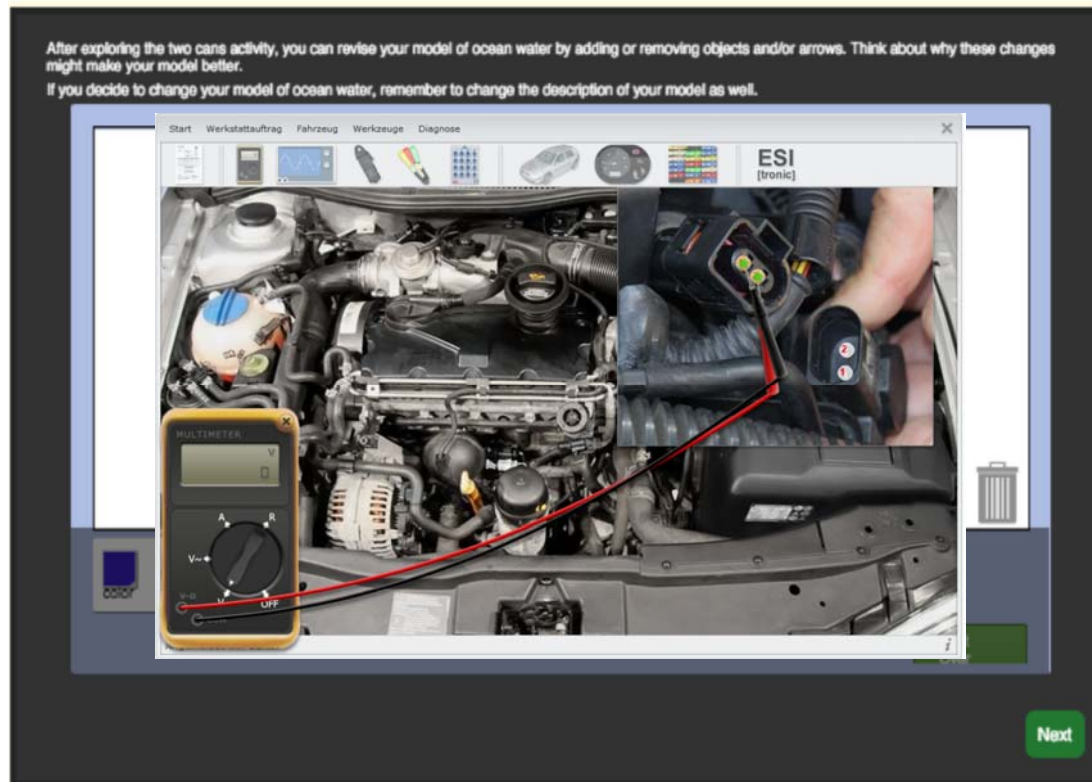
## 2 - Projekthintergrund und -ziele



(<http://www.abschlusspruefung.de/abschlusspruefung-kfz-mechatroniker/>)



## 2 - Projekthintergrund und -ziele



## 2 - Methodische Vorgehensweise

### AP (1): Verfahren zur Erfassung der kollaborativen Kfz-Diagnose

- Entwicklung des Verfahrens
- Implementation in EPCAL (ETS, Princeton)
- Pilotierung und ggf. Modifikation des Verfahrens ( $N=20$ )
- Validierung des Verfahrens ( $N=80$ )

### AP (2): Intervention

- Entwicklung der Kollaborationsbeispiele und Intervention
- Implementation in digitale Lernumgebung und Pilotierung der Technik

### AP (3): Evaluation der Intervention (3 Bedingungen, $N = 120$ )

## 2 - Status Quo: Aktueller Umsetzungsstand

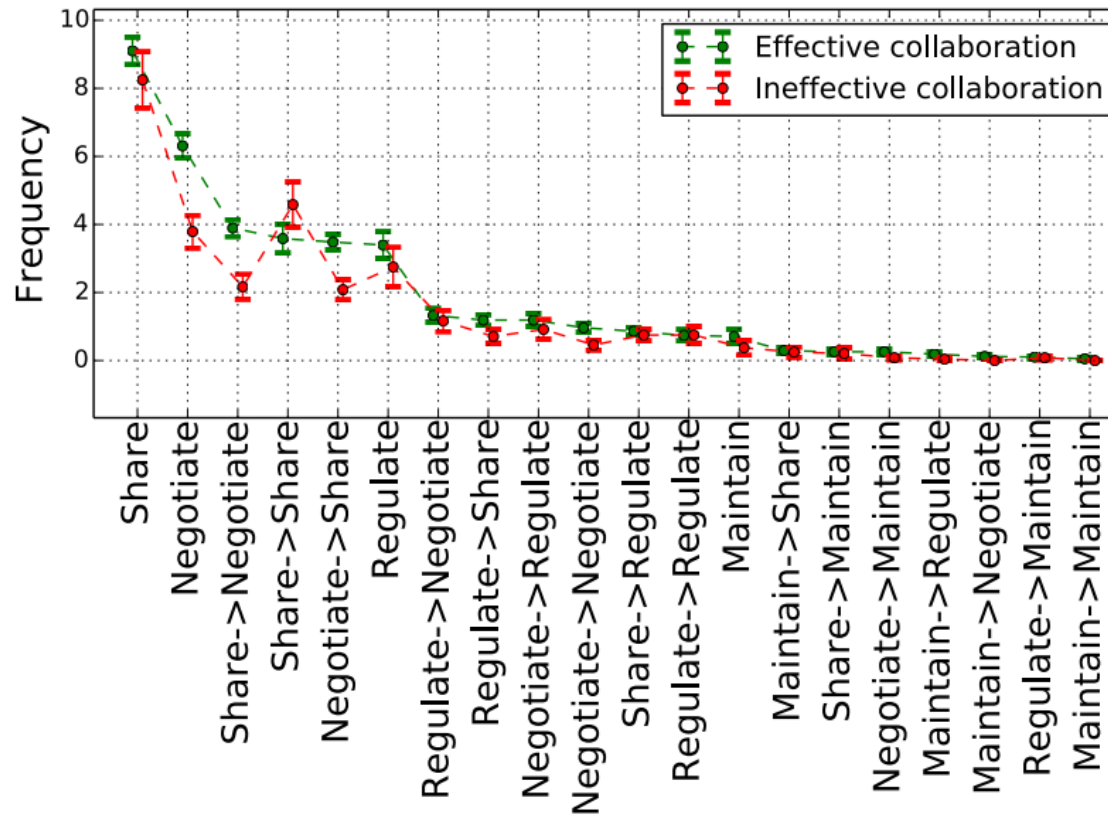
### AP (1): Erfassung der kollaborativen Kfz-Diagnose

|                       | Gemeinsames Verständnis der Diagnosesituation  | Entwickeln/Abstimmen von Diagnoseaktivitäten   | Koordination der Zusammenarbeit                                      |
|-----------------------|--|--|--|
| Informationsgewinnung | mitteilen und erfragen wahrgenommener Symptome   | Austausch, wie Infos zu gewinnen sind          | aushandeln, wer Infoaktivität ausführt                               |
| Hypothesengenerierung | mitteilen und erfragen, wie Hypothesen zu entwickeln sind u. welche Hypothesen bereits entwickelt wurden | Austausch, welche Hypothesen prüfenswert sind  | aushandeln, welche Hypothese zuerst, als zweites, etc. verfolgt wird |
| Hypothesenprüfung     | mitteilen und erfragen, wie Hypothesen zu prüfen sind  | Austausch, welche Prüfschritte umzusetzen sind | aushandeln, wer Hypothese prüft                                      |
| Hypothesenevaluation  | mitteilen und erfragen, wie Hypothesen bewertet werden   | Austausch, ob eine Hypothese akzeptiert wird   | aushandeln, ob zur nächsten Störung übergegangen wird                |

(in Anlehnung an He et al., 2017 und Abele et al., 2018)

## 2 - Status Quo: Aktueller Umsetzungsstand

### AP (1): Erfassung der kollaborativen Kfz-Diagnose

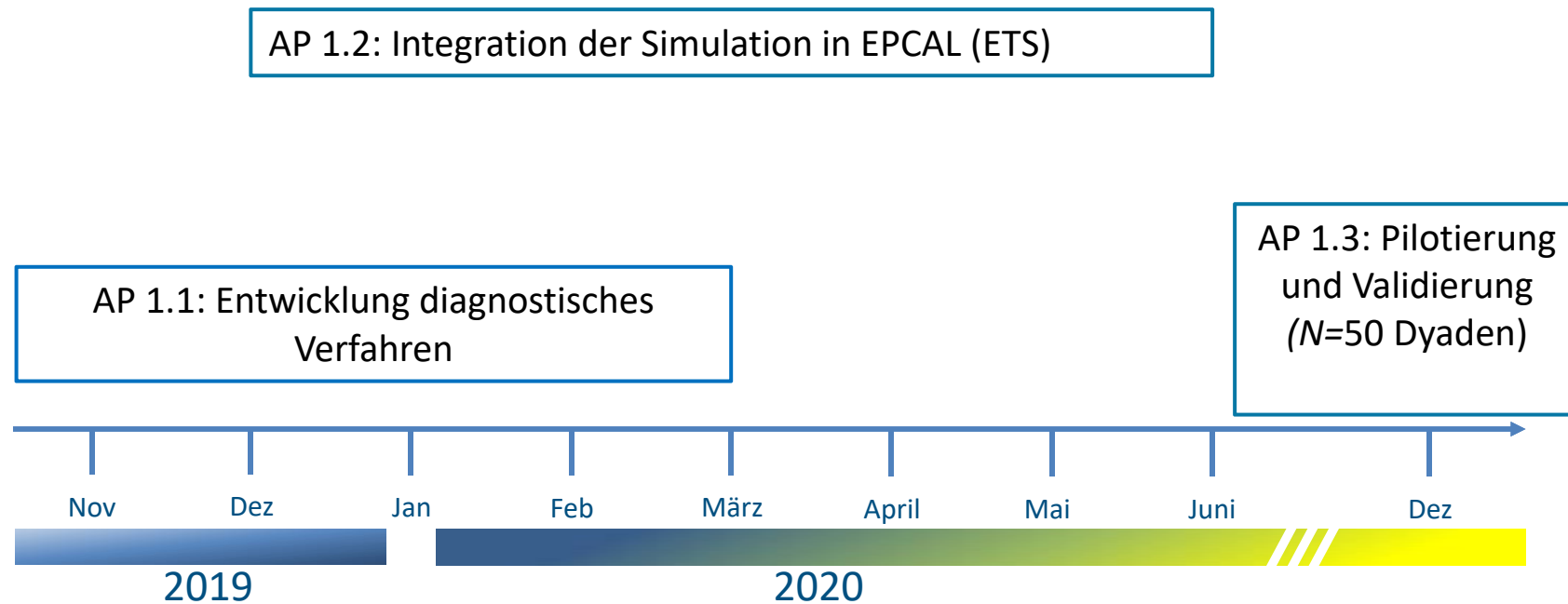


(Hao et al., 2016)





## 2 - Nächste Schritte 2019 / 2020



## 3 - Transfer / Relevanz für die Berufsbildungspraxis

### Gründung eines ständigen Projektbeirats

#### 1. Fest verankerte Wissenschafts-Praxis-Kooperation

- Gestaltungs- und Mitsprachemöglichkeit
- Projektbegleitende Dissemination
- Multiplikatoren und Ergebnistransfer

#### 2. Mitglieder

- Wirtschaftsverband und Kammern
- Berufsschulen
- Ausbilder und weitere Kfz-Expert\*innen

## 3 - Transfer / Relevanz für die Berufsbildungspraxis

### Fortbildungen

1. **Entwicklung von Fortbildungen: Einführung in die Computer-lernumgebung, die Lösungsbeispiele und wirksamen Interventionen**
2. **Teilnehmer\*innen**
  - Berufsschullehrer\*innen und Ausbilder\*innen
  - Vertreter\*innen der Kammern und Landesinstitute als Multiplikator\*innen
3. **Evaluation und ggf. Optimierung**
  - Akzeptanz, Nützlichkeit, Zufriedenheit, „subjektiver“ Lernerfolg
  - Kurzfragebogen zur Umsetzung im Berufsalltag und Tagebuchansatz

---

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## Literaturverzeichnis

**Abele, S. (2018).** Diagnostic Problem-Solving Process in Professional Contexts: Theory and Empirical Investigation in the Context of Car Mechatronics Using Computer-Generated Log-Files. *Vocations and Learning*, 11(1), 133–159. <https://doi.org/10.1007/s12186-0179183-x>

**Abele, S., Glogger-Frey, I., & Gschwendtner, T. (2018).** *Projektkonzept zur Forschungs- und Transferinitiative "ASCOT+ - Technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung": Digitale Diagnostik und Intervention im Kfz-Wesen (DigiDIn-Kfz).*

**Abele, S., Walker, F., Nickolaus, R. (2014).** Zeitökonomische und reliable Diagnostik beruflicher Problemlösekompetenzen bei Auszubildenden zum Kfz-Mechatroniker. In S. Greiff, A. Kretschmar & D. Leutner (Hrsg.), *Problemlösen in der Pädagogischen Psychologie*, Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 4, 167-179.

**Abele, S., Ostertag, R., Peissner, M., & Schuller, A. (2017).** Eine Eye-Tracking-Studie zum diagnostischen Problemlöseprozess: Bedeutung der Informationsrepräsentation für den diagnostischen Problemlöseerfolg. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 113, 86–109.

**Frerejean, J., van Strien, J. L. H., Kirschner, P. A., & Brand-Gruwel, S. (2018).** Effects of a modelling example for teaching information problem solving skills. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(6), 688–700.

**Griffin, P. (2017).** Assessing and teaching 21st century skills: Collaborative problem solving as a case study. In *Innovative assessment of collaboration* (S. 113–134). Springer.



## Literaturverzeichnis

**Hao, J., Liu, L., von Davier, A. A., Kyllonen, P., & Kitchen, C. (2016).** Collaborative Problem Solving Skills versus Collaboration Outcomes: Findings from Statistical Analysis and Data Mining. *Proceedings of the 9th International Conference on Educational Data Mining*, 382–387.

**Hilbert, T. S., Renkl, A., Kessler, S., & Reiss, K. (2008).** Learning to prove in geometry: Learning from heuristic examples and how it can be supported. *Learning and Instruction*, 18(1), 54–65.  
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.10.008>

**He, Q., von Davier, M., Greiff, S., Steinhauer, E. W., & Borysewicz, P. B. (2017).** Collaborative problem solving measures in the programme for international student assessment (pisa). In A. von Davier, M. Zhu & P. Kyllonen (Eds.), *Innovative assessment of collaboration* (S. 95–111). Springer: Cham.

**Mulder, Y. G., Lazonder, A. W., & de Jong, T. (2014).** Using heuristic worked examples to promote inquiry-based learning. *Learning and Instruction*, 29, 56–64. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.08.001>

**Nickolaus, R., Abele, S., Gschwendtner, T., Nitzschke, A., & Greiff, S. (2012).** Fachspezifische Problemlösefähigkeit in gewerblich-technischen Ausbildungsberufen. Modellierung, erreichte Niveaus und relevante Einflussfaktoren. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 108(2), 243–277.

**OECD. (2013).** Pisa 2015 Draft Collaborative Problem Solving Framework. *Paris: OECD*.

## Literaturverzeichnis

**Renkl, A., Hilbert, T., & Schworm, S. (2009).** Example-Based Learning in Heuristic Domains: A Cognitive Load Theory Account. *Educational Psychology Review*, 21(1), 67–78. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9093-4>

**Rummel, N., Spada, H., & Hauser, S. (2009).** Learning to collaborate while being scripted or by observing a model. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(1), 69–92. <https://doi.org/10.1007/s11412-008-9054-4>

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

**Ziegler, B., Frey, A., Seeber, S. Balkenhol, A. & Bernhardt, R. (2016).** Adaptive Messung allgemeiner Kompetenzen (MaK-adapt). In K. Beck, M. Landenberger & F. Oser (Hrsg.), *Technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung: Ergebnisse aus der BMBF-Förderinitiative ASCOT*. (Band 33 der Reihe *Wirtschaft– Beruf – Ethik*) Bielefeld: wbv Bertelsmann, S. 33–54.