

# Praxistransfer von VR/AR-bezogenen Forschungsprojekten

Abschlussworkshop – HandLeVR

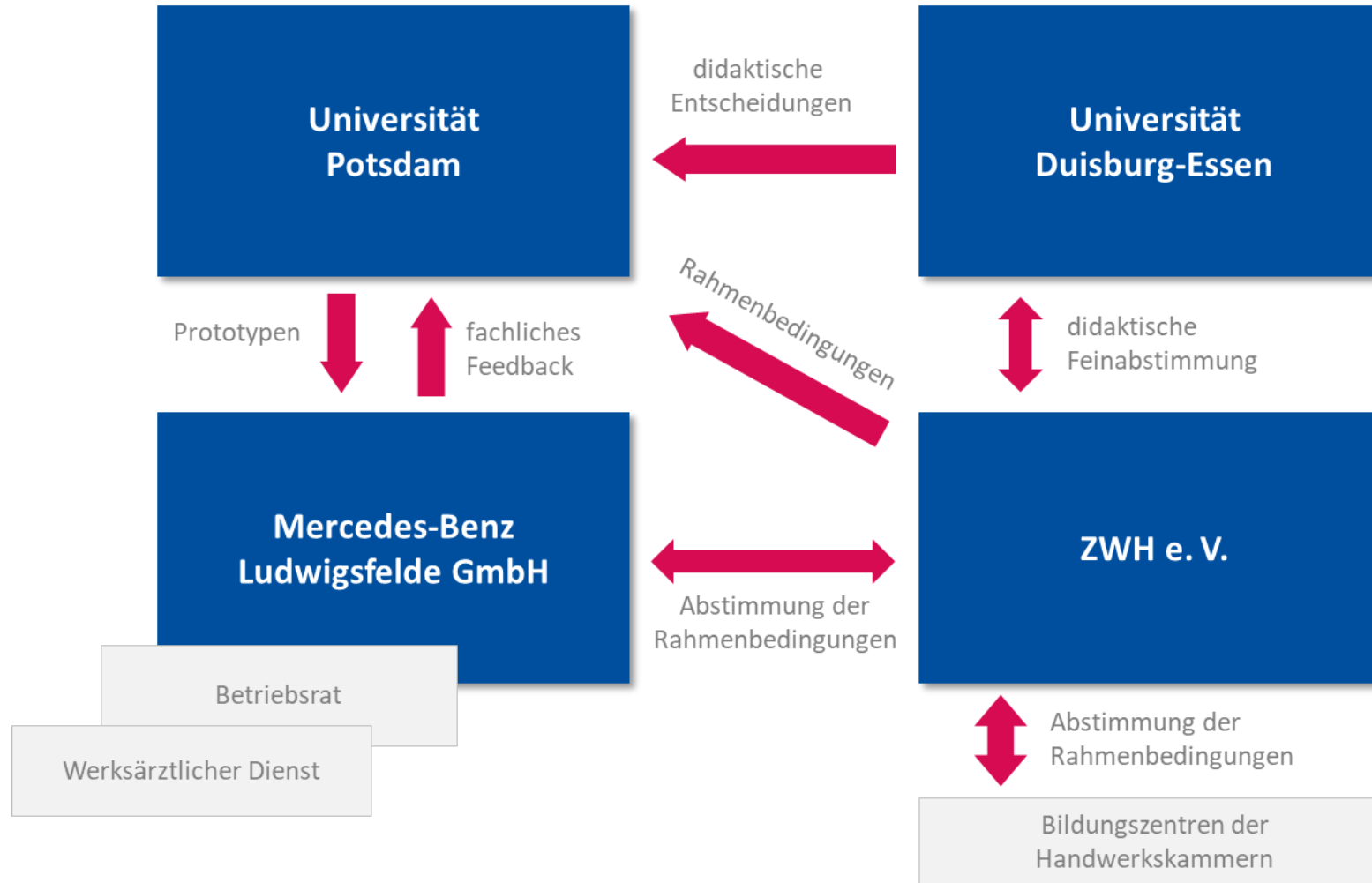
15.03.2022

HandLe **VR**

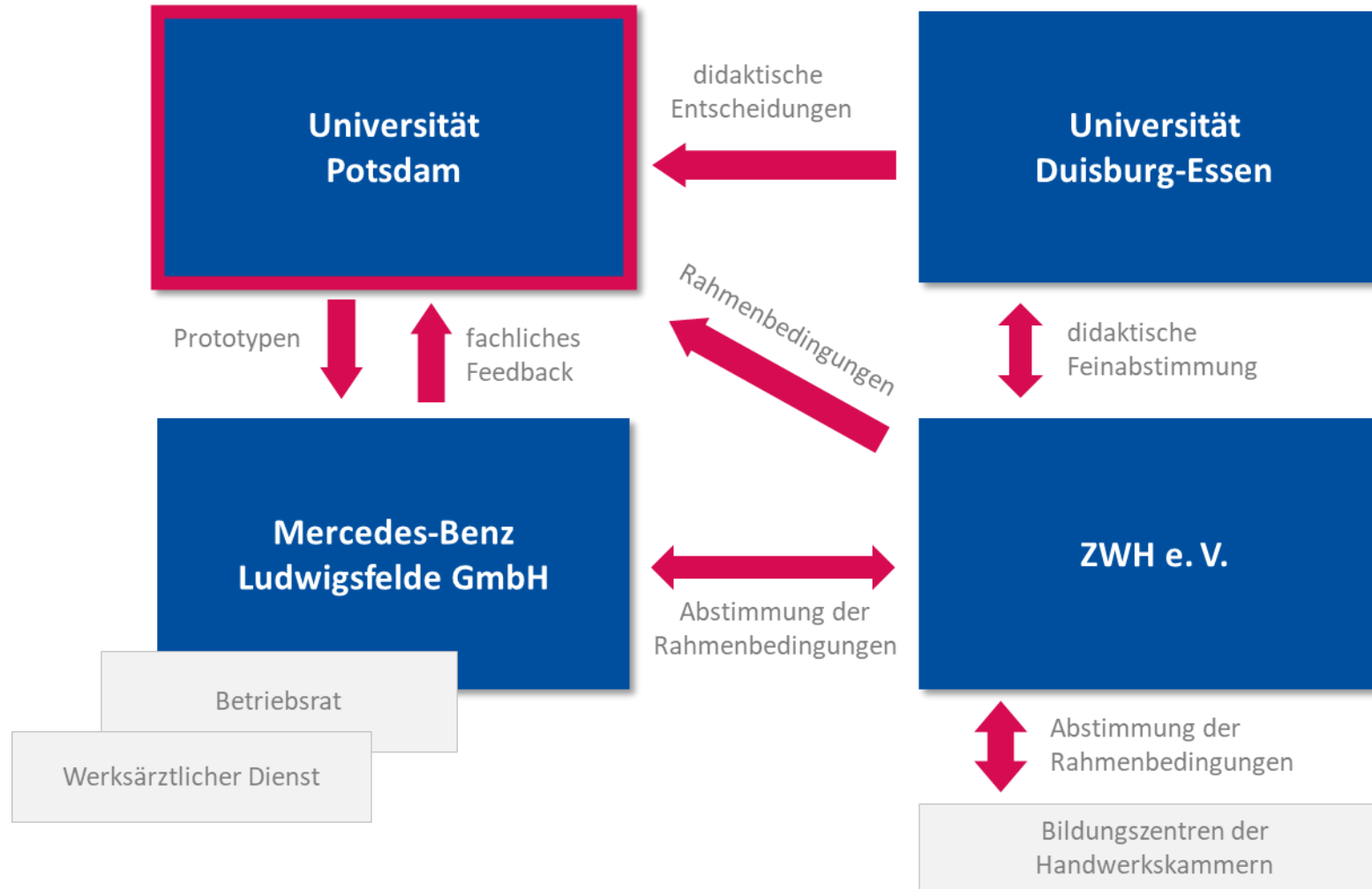
## Agenda

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>09:30–10:00 Uhr</b> | <b>Begrüßung</b>                                       |
| <b>10:00–11:30 Uhr</b> | <b>Impulsvortrag zu den Teilprojekten von HandLeVR</b> |
| <b>11:30–12:00 Uhr</b> | <b>Kurzvorstellung: Markt der Möglichkeiten</b>        |
| <b>12:00–13:00 Uhr</b> | <b>Mittagspause</b>                                    |
| <b>13:00–14:30 Uhr</b> | <b>Markt der Möglichkeiten</b>                         |
| <b>14:30–15:00 Uhr</b> | <b>Kaffeepause</b>                                     |
| <b>15:00–16:00 Uhr</b> | <b>Diskussion</b>                                      |
| <b>ab 16:00</b>        | <b>Abschluss und Ausklang der Veranstaltung</b>        |

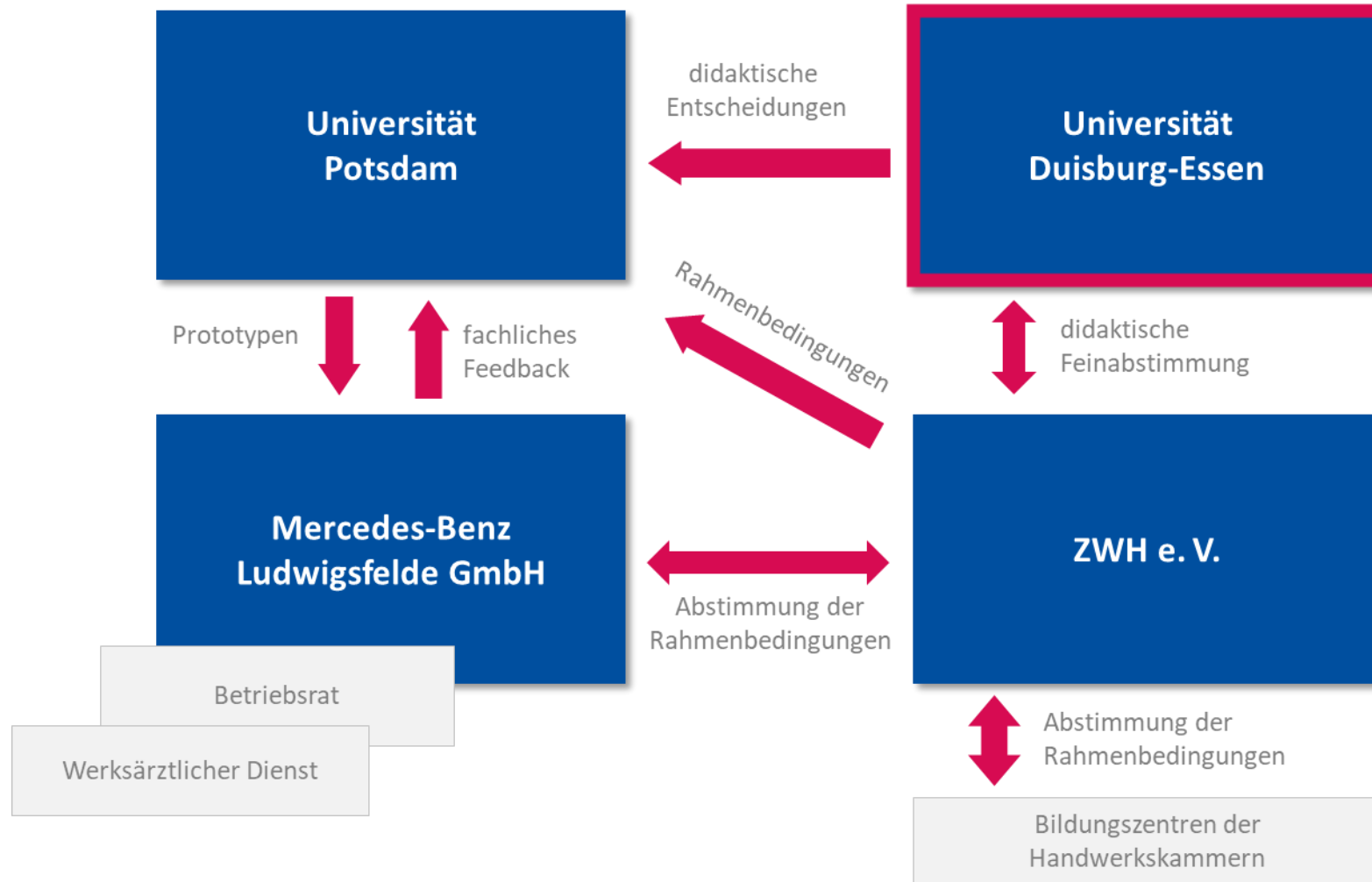
# Aufbau des Projektverbundes



# Aufbau des Projektverbundes

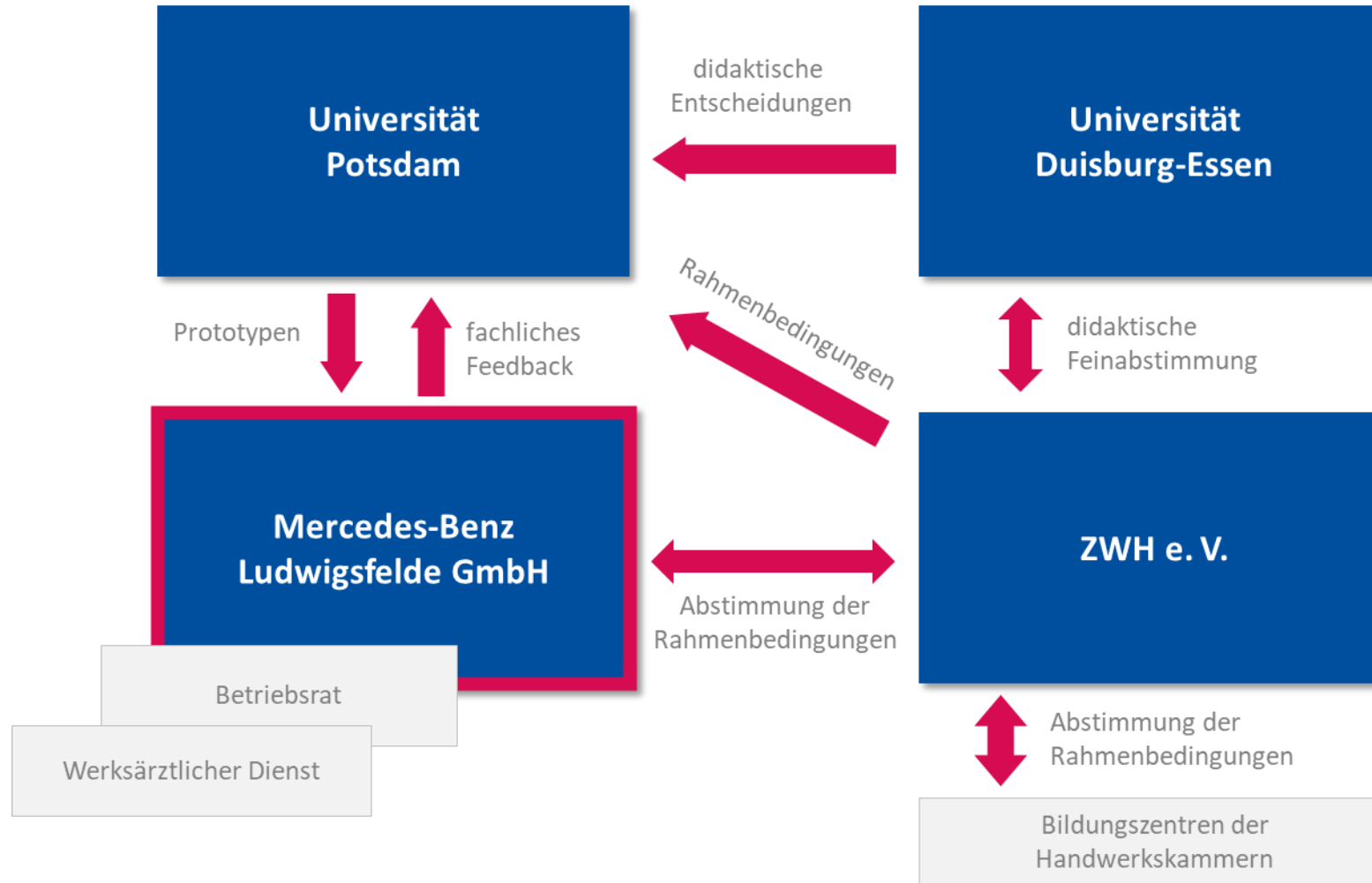


# Aufbau des Projektverbundes





# Aufbau des Projektverbundes



**Wie bringen wir Forschungsergebnisse  
wie aus HandLeVR in die Praxis?**





# Impulsvortrag

**10:00–11:30 Uhr**

# Probleme in der Lackierausbildung (Auswahl)

**Gesundheitsgefahr**  
(z. B. Atemwegsreizung)



**Umweltverschmutzung**  
(z. B. Schadstoffentsorgung)

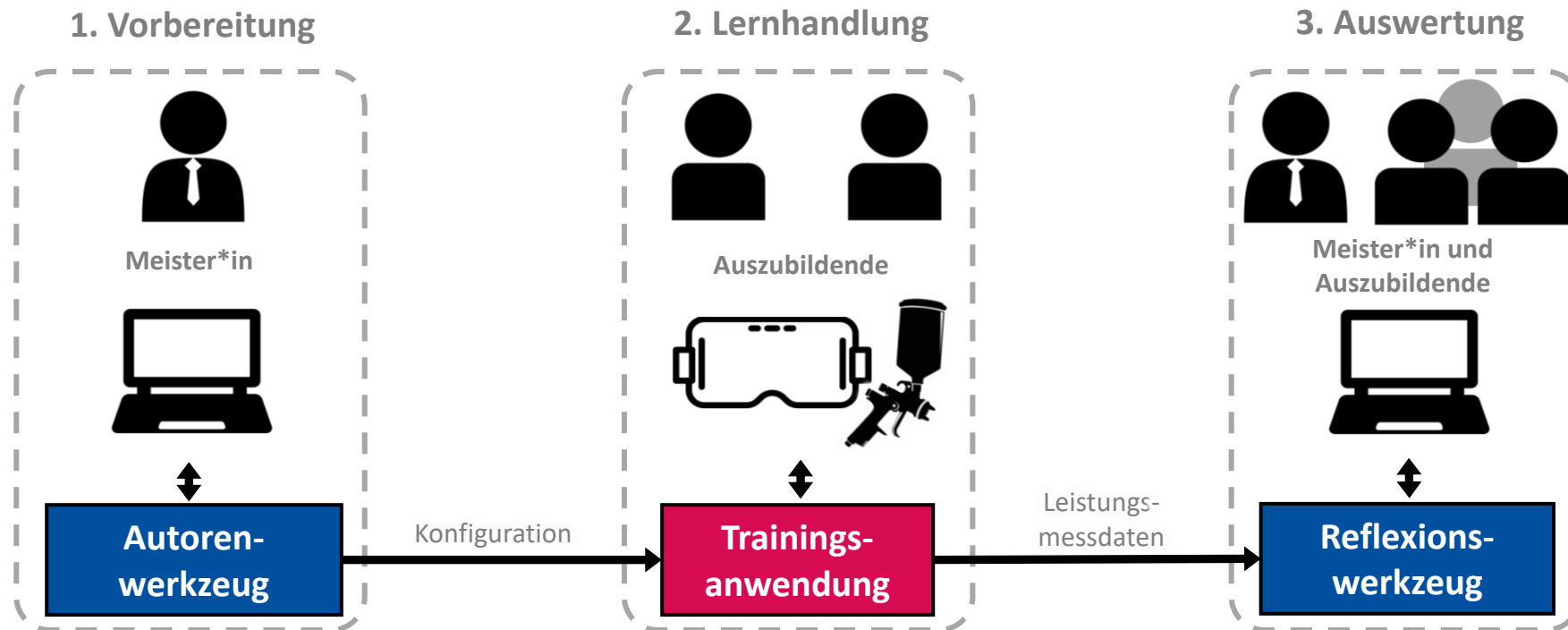


**Verzögerungszeiten**  
(z. B. Lacktrocknung)

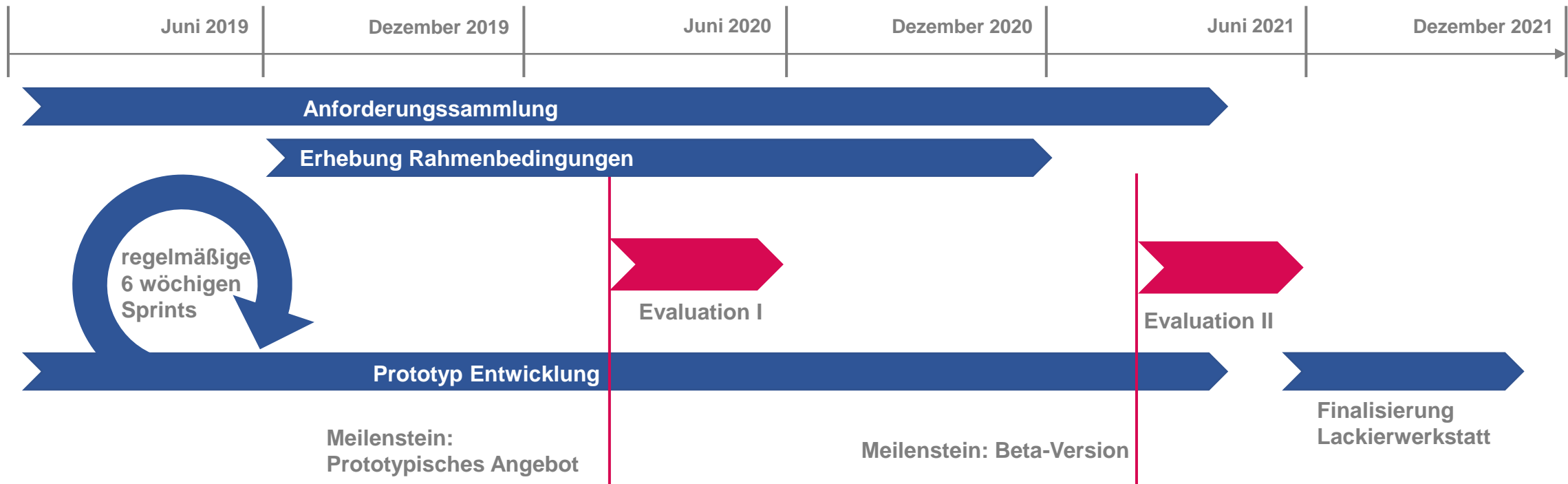


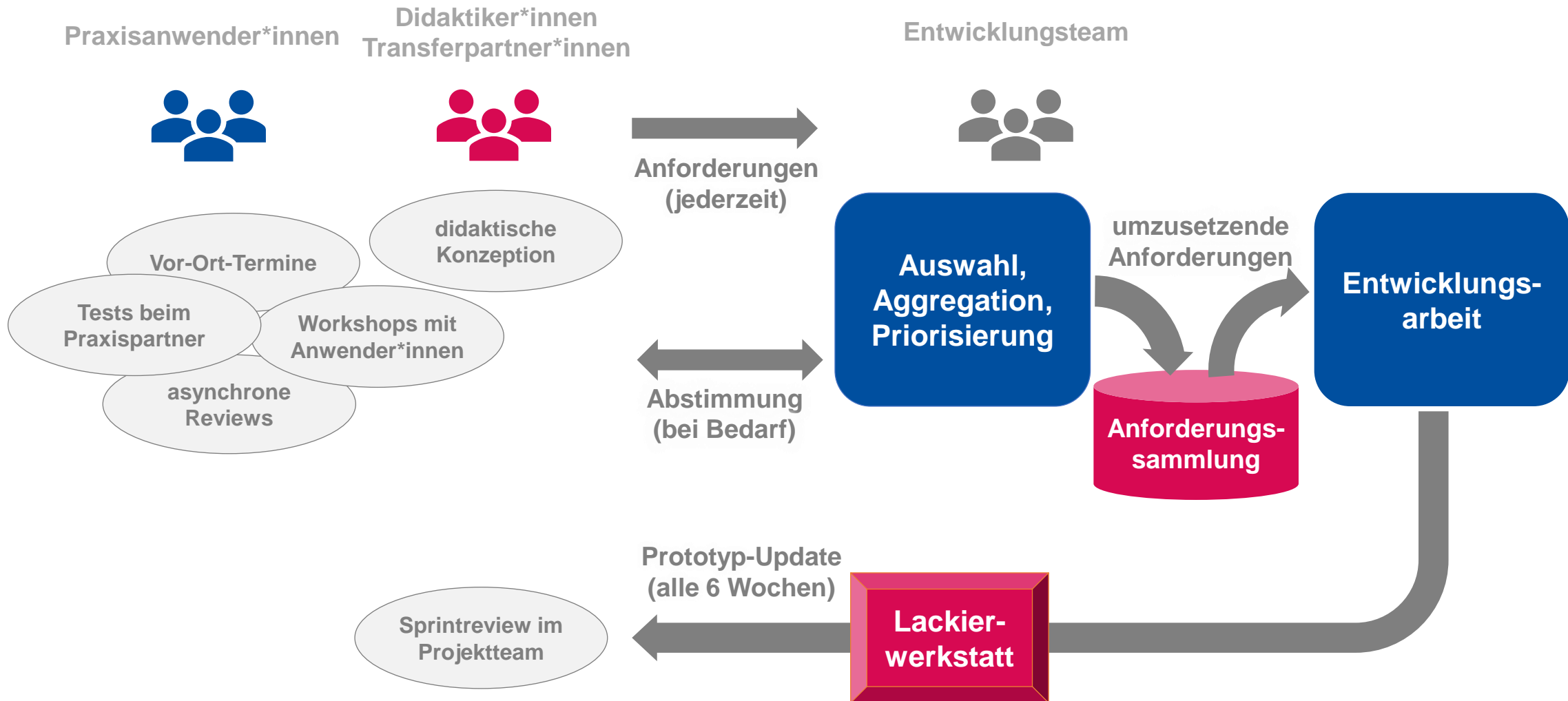
**Kostenintensivität**  
(z. B. Kosten für Lacke)



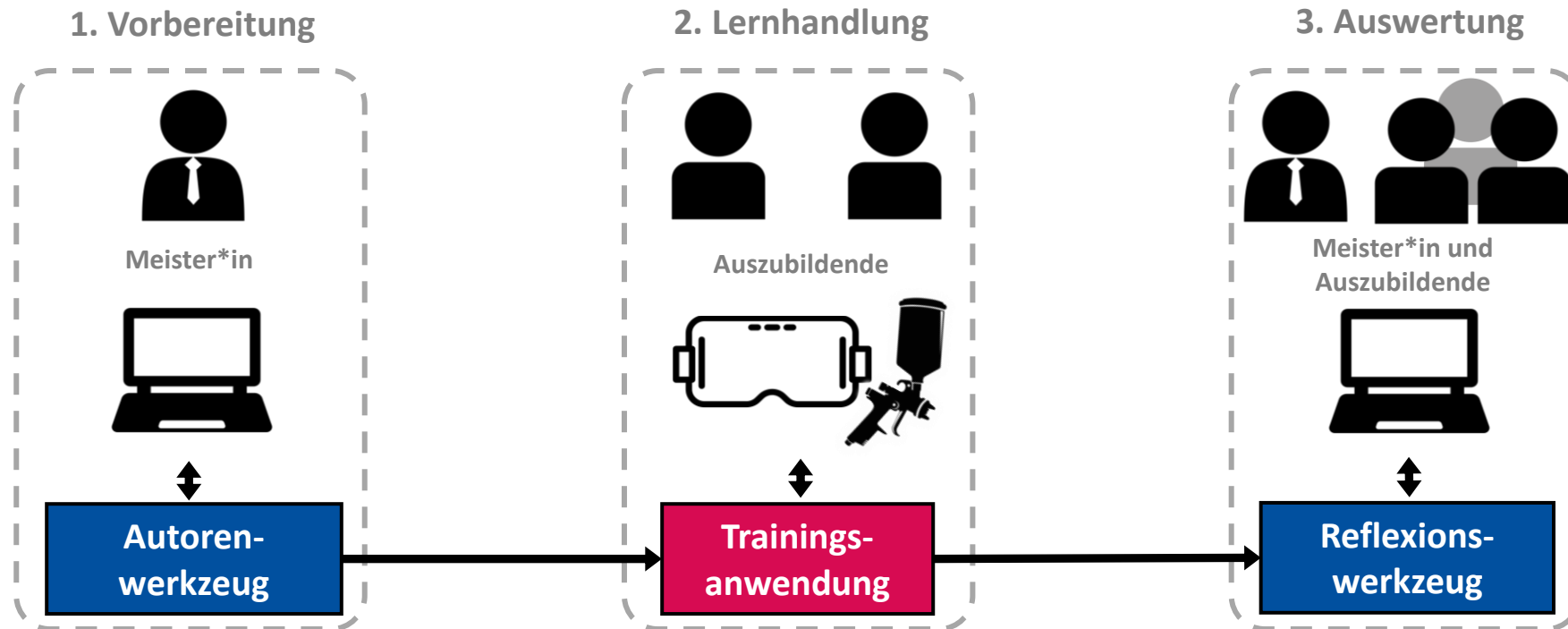


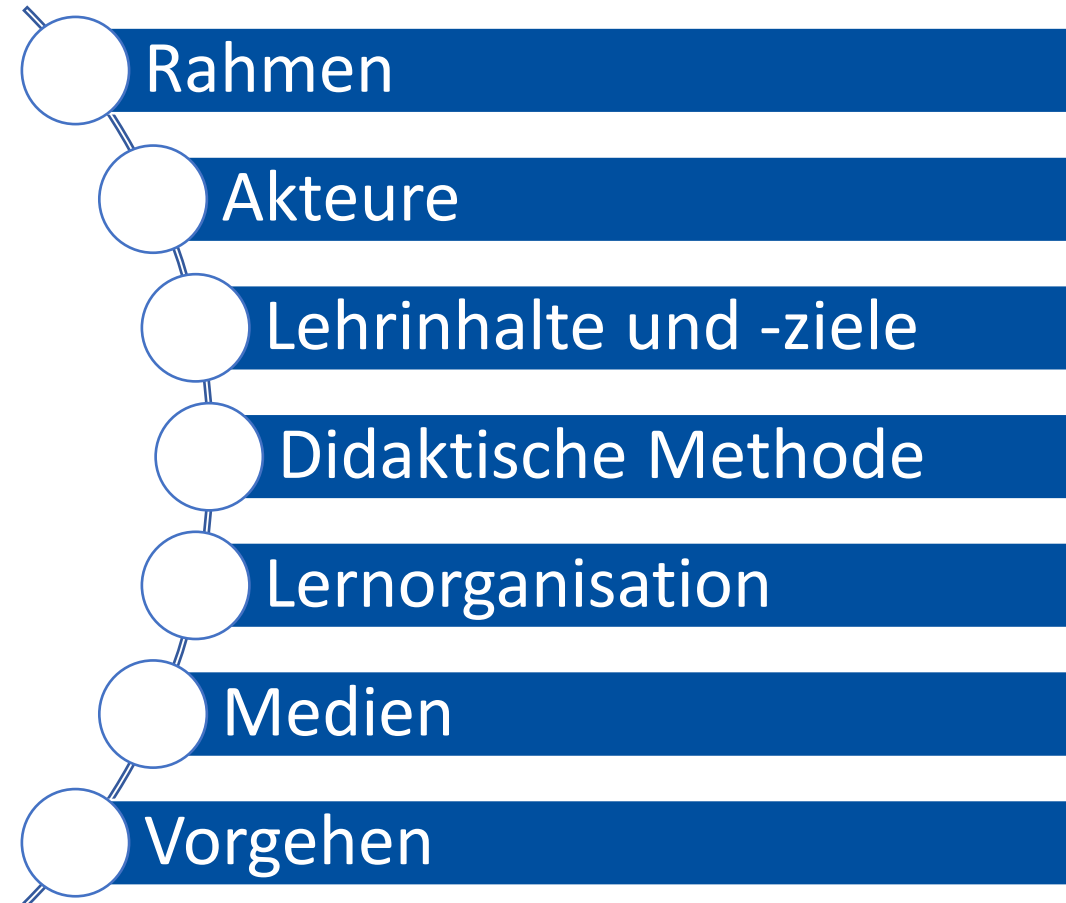
## Projektumsetzung





# Die didaktische Perspektive







## Rahmen

- Bildungsproblem: Erwerb der beruflichen Handlungskompetenz im Bereich des Fahrzeuglackierens in Realität nahezu unmöglich
  - Kostenintensivität/Materialien
  - Gesundheitsgefahren
  - Umweltbelastung
  - limitierte Betreuungskapazität
  - verzögertes Feedback
- VR als Bildungsmedium alternativlos



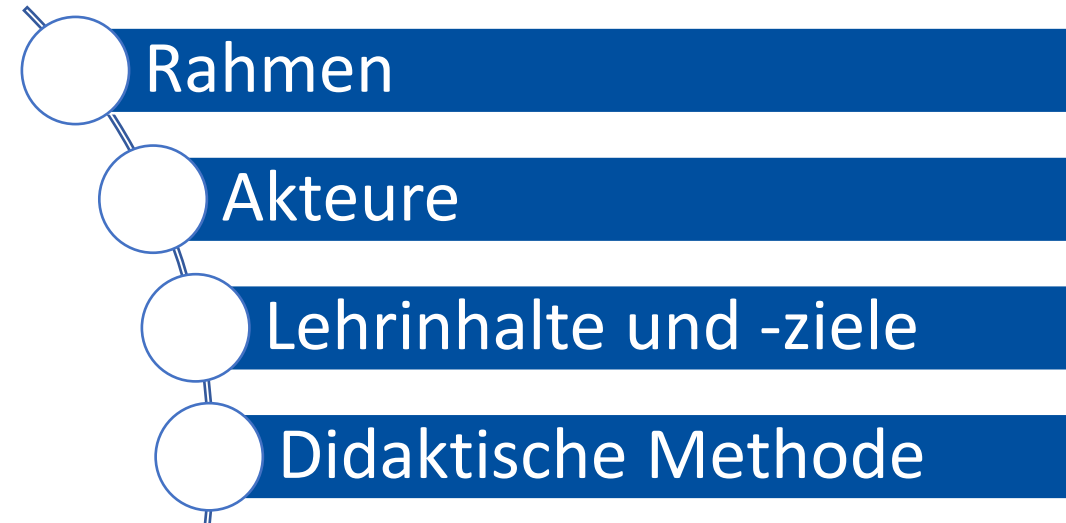
- Kultusministerkonferenz
- Handwerkskammern, Innungen
- Berufsschulen, überbetriebliche Lernorte
- Mercedes Benz, Ausbildungsbetriebe
- Auszubildende



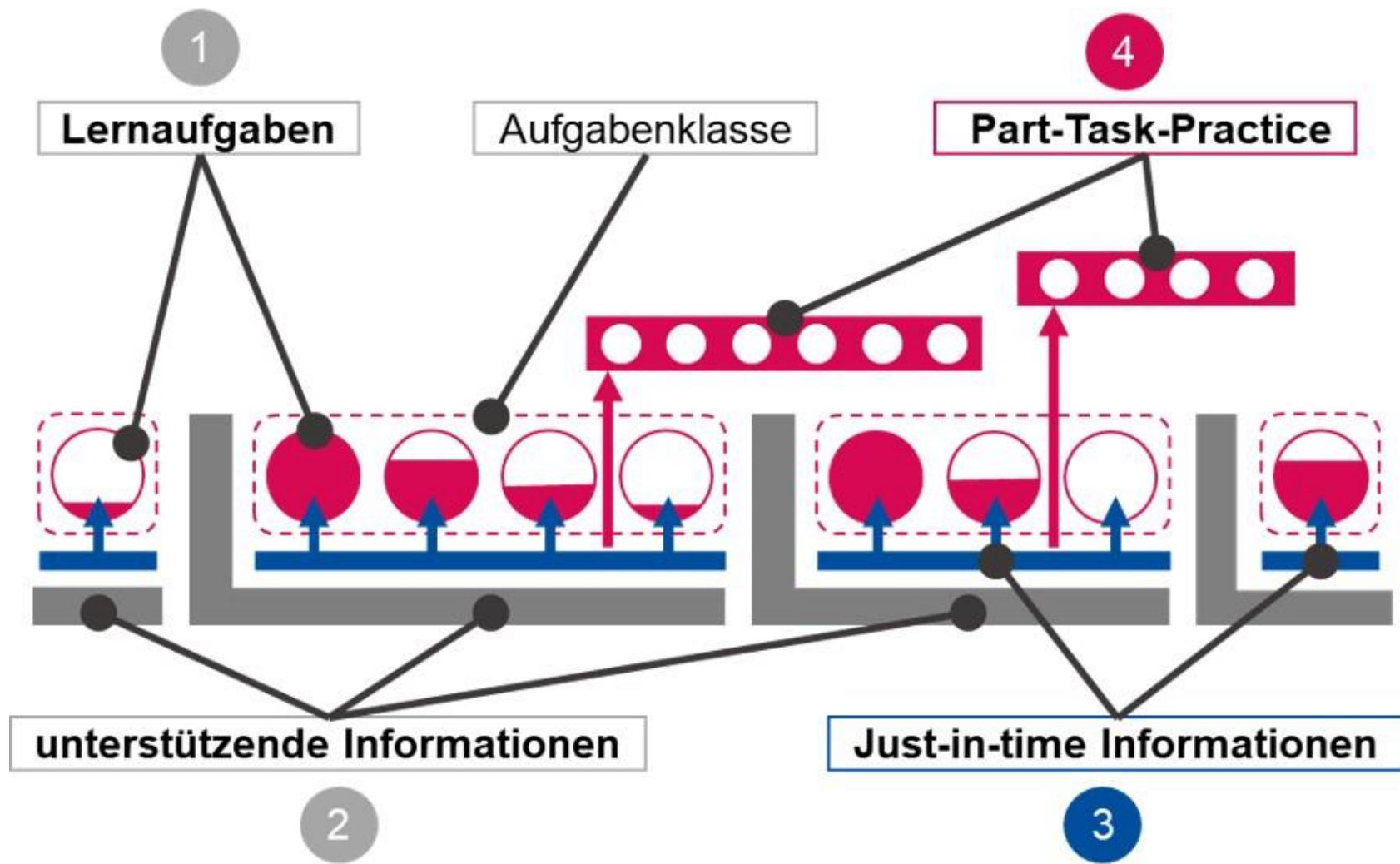
- Rahmenlehrpläne
- Mercedes Benz



| Wissen   | Fertigkeiten   | Einstellungen  |
|--|--|--|
| Die Auszubildenden kennen die verschiedenen Lackiersysteme und deren Unterschiede. | Die Auszubildenden befinden sich im vorgeschrieben Abstand (ca. 15–20 cm) zum Werkstück. | Die Auszubildenden erkennen die Bedeutung von Gesundheits- und Arbeitsschutz an. |



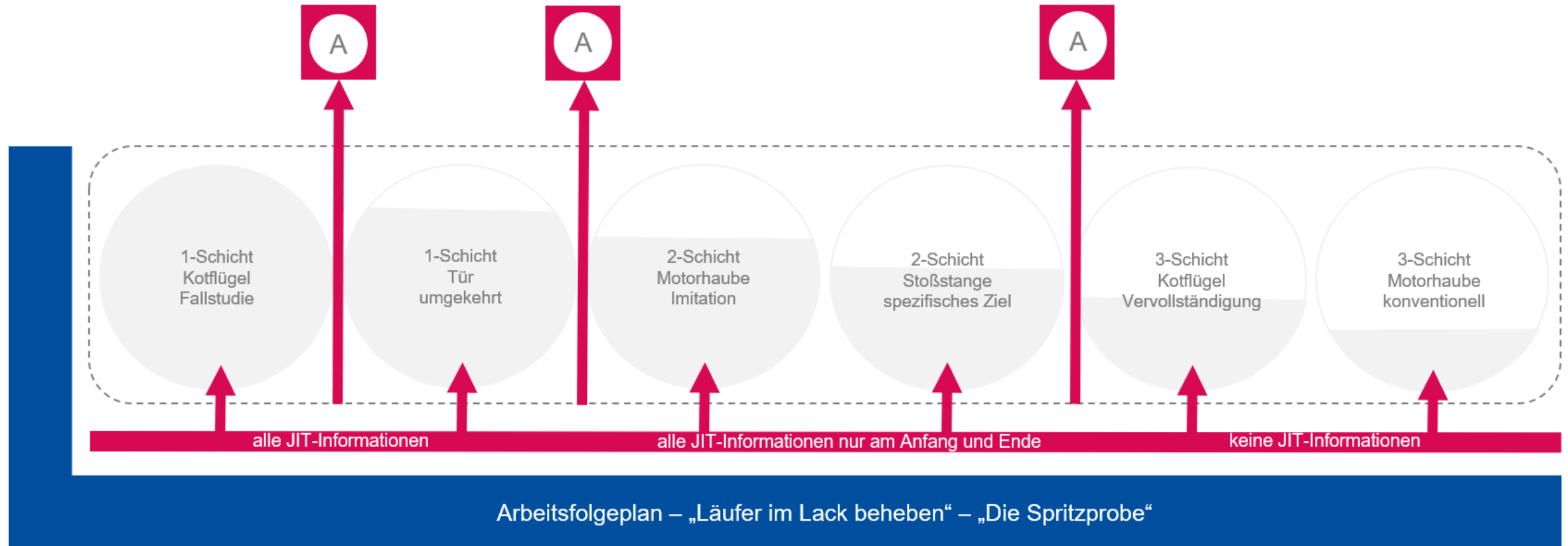
- 4C/ID-Modell (van Merriënboer et al., 1992)



- drei Aufgabenklassen
  1. Neuteillackierung
  2. Reparaturlackierung
  3. Spot-Repair-Lackierung
- problembasiertes Lernen
- Lernaufgaben = Kundenaufträge

- Lernaufgaben variieren
  - Art des Werkstücks
  - verwendete Materialien
  - Schichtaufbau
  - Ausmaß der Hilfestellung
  - didaktische Methode





A = Abstand

# Drehbücher – Lernaufgabe

| Szene | Werkstück & Pistole | VR-Meister  | Monitor und Werkbank  | Interaktion  | Anmerkung Autorenwerkzeug |
|-------|---------------------|---|---|--|---------------------------|
| 1     | Weißer Motorhaube   | Schön, dass du wieder da bist. Wir befinden uns mitten in der ersten Aufgabenklasse zu Neuteillackierungen. Im zu dieser Lernaufgabe gehörigen Kundenauftrag geht es darum, eine Motorhaube mit einer Zweischichtlackierung zu lackieren. Was versteht man überhaupt unter einer Zweischichtlackierung? Lege alle Bestandteile, die du für eine Zweischichtlackierung benötigst, in den Korb.         | Korb und verschiedene Farbdosen:<br>Basislack, 2K-Klarlack, 2K-Decklack, Grundierfüller, Nass-in-Nass-Füller, Primer                        | Auswählen der Materialien<br><br>Grüne Münze einsammeln<br><br>Korrektes Ergebnis wird gezeigt<br><br>Grüne Münze einsammeln |                           |
| 2     |                     | Lerne nun mehr über die Unterschiede zwischen Ein-, Zwei- und Dreischichtlackierungen.  | Vertonte Slideshow Decklackierungen   | Grüne Münze einsammeln   |                           |
| 3     |                     | Du hast nun die Möglichkeit, den Kundenauftrag mitzugestalten. In welcher Farbe soll die Motorhaube lackiert werden?  | MC-Frage:<br>Farbe 1: Brillantsilber<br>Farbe 2: Canvasitblau metallic<br>Farbe 3: Obsidanschwarz metallic<br>Farbe 4: Tenoritgrau metallic | Kiste mit 1 Kugel auf Werkbank. Kugel in vorgesehenes Loch befördern<br><br>Grüne Münze einsammeln                           |                           |
| 4     |                     | Der Kundenauftrag beinhaltet also eine Zweischichtlackierung auf einer Motorhaube. Im Vorhinein wurden bereits sämtliche vorbereitenden Tätigkeiten, z.B. optische Prüfung, Reinigungsarbeiten, Mischen der Farben erledigt. Daher starten wir direkt mit der Applikation. Gleich wirst du sehen, wie ich zuerst den Basislack, dann den Klarlack auf der Haube appliziere. Achte dabei genau auf den |   | Grüne Münze einsammeln   |                           |

# Drehbücher – Variabilität der Lernaufgaben

| Szene | Werkstück & Pistole | VR-Meister  | Monitor und Werkbank  | Interaktion  | Anmerkung Autorenwerkzeug |
|-------|---------------------|---|---|--|---------------------------|
| 1     | Weißer Motorhaube   | Schön, dass du wieder da bist. Wir befinden uns mitten in der ersten Aufgabenklasse zu Neuteillackierungen. Im zu dieser Lernaufgabe gehörigen Kundenauftrag geht es darum, eine Motorhaube mit einer Zweischichtlackierung zu lackieren. Was versteht man überhaupt unter einer Zweischichtlackierung? Lege alle Bestandteile, die du für eine Zweischichtlackierung benötigst, in den Korb.         | Korb und verschiedene Farbdosen:<br>Basislack, 2K-Klarlack, 2K-Decklack, Grundierfüller, Nass-in-Nass-Füller, Primer                        | Auswählen der Materialien<br><br>Grüne Münze einsammeln<br><br>Korrektes Ergebnis wird gezeigt<br><br>Grüne Münze einsammeln |                           |
| 2     |                     | Lerne nun mehr über die Unterschiede zwischen Ein-, Zwei- und Dreischichtlackierungen.  | Vertonte Slideshow Decklackierungen   | Grüne Münze einsammeln   |                           |
| 3     |                     | Du hast nun die Möglichkeit, den Kundenauftrag mitzugestalten. In welcher Farbe soll die Motorhaube lackiert werden?  | MC-Frage:<br>Farbe 1: Brillantsilber<br>Farbe 2: Canvasitblau-metallic<br>Farbe 3: Obsidanschwarz-metallic<br>Farbe 4: Tenoritgrau-metallic | Kiste mit 1 Kugel auf Werkbank. Kugel in vorgesehenes Loch befördern<br><br>Grüne Münze einsammeln                           |                           |
| 4     |                     | Der Kundenauftrag beinhaltet also eine Zweischichtlackierung auf einer Motorhaube. Im Vorhinein wurden bereits sämtliche vorbereitenden Tätigkeiten, z.B. optische Prüfung, Reinigungsarbeiten, Mischen der Farben erledigt. Daher starten wir direkt mit der Applikation. Gleich wirst du sehen, wie ich zuerst den Basislack, dann den Klarlack auf der Haube appliziere. Achte dabei genau auf den |   | Grüne Münze einsammeln   |                           |

# Drehbücher – unterstützende Informationen

| Szene | Werkstück & Pistole | VR-Meister  | Monitor und Werkbank  | Interaktion  | Anmerkung Autorenwerkzeug |
|-------|---------------------|---|---|--|---------------------------|
| 1     | Weißer Motorhaube   | Schön, dass du wieder da bist. Wir befinden uns mitten in der ersten Aufgabenklasse zu Neuteillackierungen. Im zu dieser Lernaufgabe gehörigen Kundenauftrag geht es darum, eine Motorhaube mit einer Zweischichtlackierung zu lackieren. Was versteht man überhaupt unter einer Zweischichtlackierung? Lege alle Bestandteile, die du für eine Zweischichtlackierung benötigst, in den Korb.         | Korb und verschiedene Farbdosen:<br>Basislack, 2K-Klarlack, 2K-Decklack, Grundierfüller, Nass-in-Nass-Füller, Primer                        | Auswählen der Materialien<br><br>Grüne Münze einsammeln<br><br>Korrektes Ergebnis wird gezeigt<br><br>Grüne Münze einsammeln |                           |
| 2     |                     | Lerne nun mehr über die Unterschiede zwischen Ein-, Zwei- und Dreischichtlackierungen.  | Vertonte Slideshow Decklackierungen   | Grüne Münze einsammeln   |                           |
| 3     |                     | Du hast nun die Möglichkeit, den Kundenauftrag mitzugestalten. In welcher Farbe soll die Motorhaube lackiert werden?  | MC-Frage:<br>Farbe 1: Brillantsilber<br>Farbe 2: Canvasitblau metallic<br>Farbe 3: Obsidanschwarz metallic<br>Farbe 4: Tenoritgrau metallic | Kiste mit 1 Kugel auf Werkbank. Kugel in vorgesehenes Loch befördern<br><br>Grüne Münze einsammeln                           |                           |
| 4     |                     | Der Kundenauftrag beinhaltet also eine Zweischichtlackierung auf einer Motorhaube. Im Vorhinein wurden bereits sämtliche vorbereitenden Tätigkeiten, z.B. optische Prüfung, Reinigungsarbeiten, Mischen der Farben erledigt. Daher starten wir direkt mit der Applikation. Gleich wirst du sehen, wie ich zuerst den Basislack, dann den Klarlack auf der Haube appliziere. Achte dabei genau auf den |   | Grüne Münze einsammeln   |                           |

konzeptuelles Modell:  
Zweischichtlackierung

konzeptuelles Modell:  
Decklackierung

# Drehbücher – didaktische Methode

|   |   |   |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|
|   |   | Verlauf, Winkel und Abstand der Lackierpistole. Bist du startklar?  |  |  |  |
| 5 | Vorführung Farbauftrag mit Audiospur – Teil 1 Basislack |   |  |  |  |
| 6 | Haube mit Basislack                                     | Herstellerabhängige Verarbeitungsrichtlinien für Beschichtungsstoffe liefern dir wichtige Informationen zu den Eigenschaften eines Lacks. Unter anderem weisen dich die Herstellerinformationen auf die optimale Abluft- und Trockenzeit hin. | Tabellarische Übersicht:<br>Verarbeitungsrichtlinien:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischverhältnis zwischen Lack, Härter und Verdüner</li> <li>• optimaler Spritzdruck</li> <li>• Anzahl der Spritzgänge</li> <li>• usw.</li> </ul> |  |  |
| 7 |   | Öffne die Verarbeitungsrichtlinien und versuche herauszufinden, wie lange Abluft- und Trockenzeit bei diesem Basislack betragen sollte?   |  | Kiste mit 1 Kugel auf Werkbank. Kugel in vorgesehenes Loch befördern<br><br>Verarbeitungsrichtlinien öffnen sich<br><br>Grüne Münze einsammeln |  |
| 8 |   |   | MC-Frage:<br>Wie lange muss der Basislack trocknen (Zwischenabluf)?<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. 8-12 Minuten bei 20°C</li> <li>2. 20-25 Minuten bei 20°C</li> <li>3. 8-12 Minuten bei 25°C</li> </ol>                             | Kiste mit 1 Kugel auf Werkbank. Kugel in vorgesehenes Loch befördern<br><br>Grüne Münze einsammeln<br><br>Korrektes Ergebnis wird gezeigt      |  |

Imitation

# Drehbücher – unterstützende Informationen

|   |   |   |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|
|   |   | Verlauf, Winkel und Abstand der Lackierpistole. Bist du startklar?  |  |  |  |
| 5 | Vorführung Farbauftrag mit Audiospur – Teil 1 Basislack |   |  |  |  |
| 6 | Haube mit Basislack                                     | Herstellerabhängige Verarbeitungsrichtlinien für Beschichtungsstoffe liefern dir wichtige Informationen zu den Eigenschaften eines Lacks. Unter anderem weisen dich die Herstellerinformationen auf die optimale Ablüft- und Trockenzeit hin. | <b>Tabellarische Übersicht:</b><br>Verarbeitungsrichtlinien: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischverhältnis zwischen Lack, Härter und Verdüner</li> <li>• optimaler Spritzdruck</li> <li>• Anzahl der Spritzgänge</li> <li>• usw.</li> </ul> |  |  |
| 7 |   | Öffne die Verarbeitungsrichtlinien und versuche herauszufinden, wie lange Ablüft- und Trockenzeit bei diesem Basislack betragen sollte?   |  | Kiste mit 1 Kugel auf Werkbank. Kugel in vorgesehenes Loch befördern<br><br>Verarbeitungsrichtlinien öffnen sich<br><br>Grüne Münze einsammeln |  |
| 8 |   |   | <b>MC-Frage:</b><br>Wie lange muss der Basislack trocknen (Zwischenablüft)? <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 8-12 Minuten bei 20°C</li> <li>2. 20-25 Minuten bei 20°C</li> <li>3. 8-12 Minuten bei 25°C</li> </ol>                            | Kiste mit 1 Kugel auf Werkbank. Kugel in vorgesehenes Loch befördern<br><br>Grüne Münze einsammeln<br><br>Korrektes Ergebnis wird gezeigt      |  |

konzeptuelles Modell:  
Verarbeitungsrichtlinien

konzeptuelles Modell:  
Trockenzeiten

# Drehbücher – unterstützende Informationen

|    |  |   |  |  |  |
|----|--|---|--|--|--|
|    |  |   | 4. 20-25 Minuten bei 25°C  | Grüne Münze einsammeln   |  |
| 9  |  | Der Basislack ist nun appliziert. Nach der vorgeschriebenen Ablüft- und Trockenzeit ist er mittlerweile auch matt. Fehlt noch der Klarlack. Schauen wir uns den Gang an, bei dem ich den Klarlack appliziere. Achte dabei wieder genau auf den Verlauf, Winkel und Abstand der Lackierpistole. Weiter geht's!   |  |  |  |
| 10 | Vorführung Farbauftrag mit Audiospur – Teil 2 Klarlack |   |  |  |  |
| 11 |  | Was ist dir während der Applikation der Lacke aufgefallen?  | <div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p>Tabellarische Übersicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- von links nach rechts</li> <li>- von oben nach unten</li> <li>- überlappende Bahnen</li> <li>- Abstand: 15-20cm</li> <li>- Winkel: 90°</li> <li>- Pfalzen, Winkel, Kanten, Ränder und Sicken beachtet</li> </ul> </div> | Grüne Münze einsammeln.  |  |
| 12 | Weißer Motorhaube                                      | Nun bist du an der Reihe. In der Lackierwerkstatt befindet sich eine weitere Motorhaube, auf die du den von dir ausgewählten Basislack in einem deckenden Gang applizieren sollst. Der Basislack ist bereits fertig angemischt. Den Klarlack werde ich nach der vorgeschriebenen Ablüft- und Trockenzeit selbst applizieren. Vorhin hast du gelernt, worauf du beim Lackieren alles achten sollst. Achte auf Verlauf, Abstand und Winkel. Der Distanzstrahl wird dir bei dieser |  | <div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p>Grüne Münze einsammeln.</p> <p>Trainee wendet sich dem Papier zu, um das Spritzbild zu prüfen. Macht Spritzprobe</p> <p>Spritzbild korrekt</p> </div> |  |

Strategien/„Daumenregeln“

konzeptuelles Modell:  
Spritzprobe

|    |  |   |                      |                          |  |
|----|--|---|----------------------|--------------------------|--|
|    |  | Lernaufgabe wieder helfen, dieses Mal allerdings nur am Anfang. Bereit? Du schaffst das! Achja, vergiss die Spritzprobe nicht!  |                      |                          |  |
| 13 |  | Das Spritzbild sieht gut aus. Aber was kann man überhaupt durch die Spritzprobe erkennen? Fehler im Spritzbild sind Indizien für Verschmutzungen in der Lackierpistole, Beschädigungen an Düsenelementen usw. Informiere dich auf dem Monitor über die Spritzprobe an sich, über mögliche Fehlerquellen im Spritzbild und erhalte Tipps, wie diese beseitigt werden können. | Slideshow Spritzbild | Grüne Münze einsammeln   |  |
| 14 |  | Dein Spritzbild ist aber unauffällig. Du kannst lackieren.  |                      |                          |  |
| 15 | Distanzstrahl am Anfang und Ende aktiv |   |                      | Grüne Münze einsammeln   |  |
| 16 |  | Geschafft. Schau dir unter dem Menüfeld „Auswertung“ besonders deine Ergebnisse bei Abstand und Winkel an.  |                      |                          |  |
| 17 | Heatmap und Lupe                       |   | Auswertungskriterien | Goldene Münze einsammeln |  |

prozedurale Hilfe



# Drehbücher – unterstützende Information

|    |  |   |                      |                          |  |
|----|--|---|----------------------|--------------------------|--|
|    |  | Lernaufgabe wieder helfen, dieses Mal allerdings nur am Anfang. Bereit? Du schaffst das! Achja, vergiss die Spritzprobe nicht!  |                      |                          |  |
| 13 |  | Das Spritzbild sieht gut aus. Aber was kann man überhaupt durch die Spritzprobe erkennen? Fehler im Spritzbild sind Indizien für Verschmutzungen in der Lackierpistole, Beschädigungen an Düsenelementen usw. Informiere dich auf dem Monitor über die Spritzprobe an sich, über mögliche Fehlerquellen im Spritzbild und erhalte Tipps, wie diese beseitigt werden können. | Slideshow Spritzbild | Grüne Münze einsammeln   |  |
| 14 |  | Dein Spritzbild ist aber unauffällig. Du kannst lackieren.  |                      |                          |  |
| 15 | Distanzstrahl am Anfang und Ende aktiv |   |                      | Grüne Münze einsammeln   |  |
| 16 |  | Geschafft. Schau dir unter dem Menüfeld „Auswertung“ besonders deine Ergebnisse bei Abstand und Winkel an.  |                      |                          |  |
| 17 | Heatmap und Lupe                       |   | Auswertungskriterien | Goldene Münze einsammeln |  |

konzeptuelles Modell:  
Fehler beim Spritzbild

korrekatives Feedback:  
Schichtdicke

# Drehbücher – Part-Task-Practice

| Szene | Werkstück & Pistole              | VR-Meister   | Monitor und Werkbank   | Interaktion  | Anmerkung Autorenwerkzeug |
|-------|----------------------------------|--|--|--|---------------------------|
| 1     | Rechteckiges weißes Werkstück    | Dies ist die erste von drei zusätzlichen Übungen in dieser Aufgabenklasse, in der du üben sollst, den idealen Abstand zum Werkstück während des Lackierens einzuhalten. Der ideale Abstand zum Werkstück beträgt 15 bis 20cm. Vielen Auszubildenden fällt es schwer, sich permanent im korrekten Abstand zu befinden. Das kann je nach Werkstück und Rahmenbedingungen auch gar nicht so einfach sein. Bedenke im Vorhinein, ob du das Werkstück noch anders ausrichten muss. Es kann auch gut sein, dass du in die Knie gehen oder dich strecken musst. <i>Pause</i> . Verändert sich dein Abstand zum Werkstück, wirkt sich das auch auf das Ergebnis deiner Lackierung aus. Was passiert, wenn du dich zu nah am Werkstück befindest? | MC-Frage:<br>Was passiert, wenn du dich zu nah am Werkstück befindest?<br><b>1. Läufer und Verlaufsstörungen können entstehen</b><br>2. Du musst langsamer lackieren<br><b>3. Du musst schneller lackieren</b><br>4. Orangenhaut entsteht eher | Kiste mit 2 Kugeln auf Werkbank. Kugeln in vorgesehene Löcher befördern<br><br>Grüne Münze einsammeln<br><br>Korrektes Ergebnis wird gezeigt |                           |
| 2     |                                  | Stehst du zu nah dran, müsstest du schneller lackieren, sonst verteilt sich mehr Farbe auf weniger Fläche, was zu Läufern und Verlaufsstörungen führen kann. Positioniere dich nun mit Hilfe des Distanzstrahls im idealen Abstand zum Werkstück und lackiere anschließend das gesamte Werkstück in einem deckenden Gang. Achte dabei besonders darauf, die ganze Zeit den idealen Abstand einzuhalten. Dabei wird dir der Distanzstrahl helfen.   |  |  |                           |
| 3     | Distanzstrahl durchgehend aktiv. |  |  | Grüne Münze einsammeln.  |                           |
| 4     | Heatmap und Lupe                 |  | Auswertungskriterien   | Goldene Münze einsammeln   |                           |

# Drehbücher – Part-Task-Practice

| Szene | Werkstück & Pistole              | VR-Meister   | Monitor und Werkbank   | Interaktion  | Anmerkung Autorenwerkzeug |
|-------|----------------------------------|--|--|--|---------------------------|
| 1     | Rechteckiges weißes Werkstück    | Dies ist die erste von drei zusätzlichen Übungen in dieser Aufgabenklasse, in der du üben sollst, den idealen Abstand zum Werkstück während des Lackierens einzuhalten. Der ideale Abstand zum Werkstück beträgt 15 bis 20cm. Vielen Auszubildenden fällt es schwer, sich permanent im korrekten Abstand zu befinden. Das kann je nach Werkstück und Rahmenbedingungen auch gar nicht so einfach sein. Bedenke im Vorhinein, ob du das Werkstück noch anders ausrichten muss. Es kann auch gut sein, dass du in die Knie gehen oder dich strecken musst. <i>Pause</i> . Verändert sich dein Abstand zum Werkstück, wirkt sich das auch auf das Ergebnis deiner Lackierung aus. Was passiert, wenn du dich zu nah am Werkstück befindest? | MC-Frage:<br>Was passiert, wenn du dich zu nah am Werkstück befindest?<br><b>1. Läufer und Verlaufsstörungen können entstehen</b><br>2. Du musst langsamer lackieren<br><b>3. Du musst schneller lackieren</b><br>4. Orangenhaut entsteht eher | Kiste mit 2 Kugeln auf Werkbank. Kugeln in vorgesehene Löcher befördern<br><br>Grüne Münze einsammeln<br><br>Korrektes Ergebnis wird gezeigt |                           |
| 2     |                                  | Stehst du zu nah dran, müsstest du schneller lackieren, sonst verteilt sich mehr Farbe auf weniger Fläche, was zu Läufern und Verlaufsstörungen führen kann. Positioniere dich nun mit Hilfe des Distanzstrahls im idealen Abstand zum Werkstück und lackiere anschließend das gesamte Werkstück in einem deckenden Gang. Achte dabei besonders darauf, die ganze Zeit den idealen Abstand einzuhalten. Dabei wird dir der Distanzstrahl helfen.   |  |  |                           |
| 3     | Distanzstrahl durchgehend aktiv. |  |  | Grüne Münze einsammeln.  |                           |
| 4     | Heatmap und Lupe                 |  | Auswertungskriterien   | Goldene Münze einsammeln   |                           |

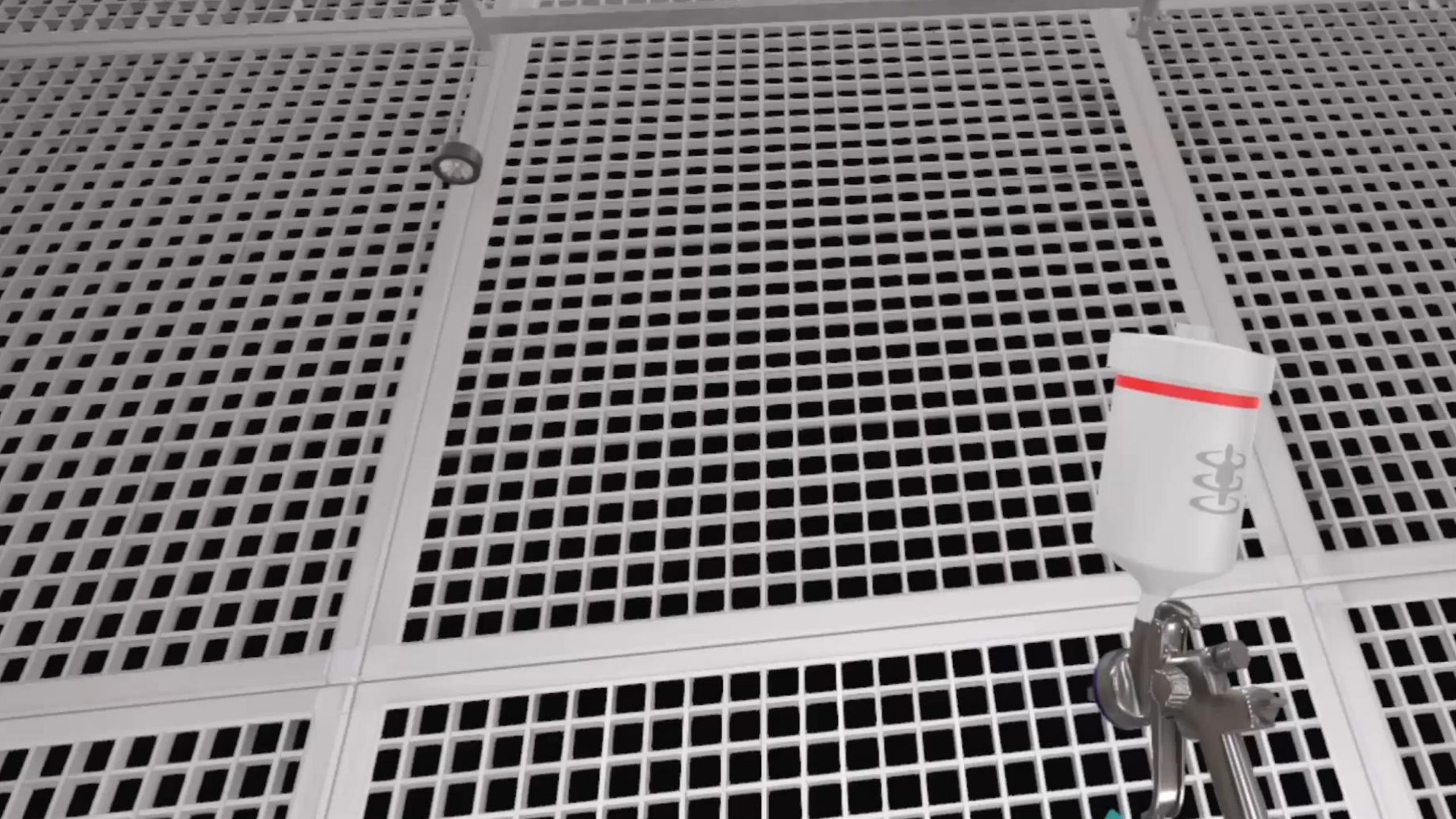
# Drehbücher – Part-Task-Practice

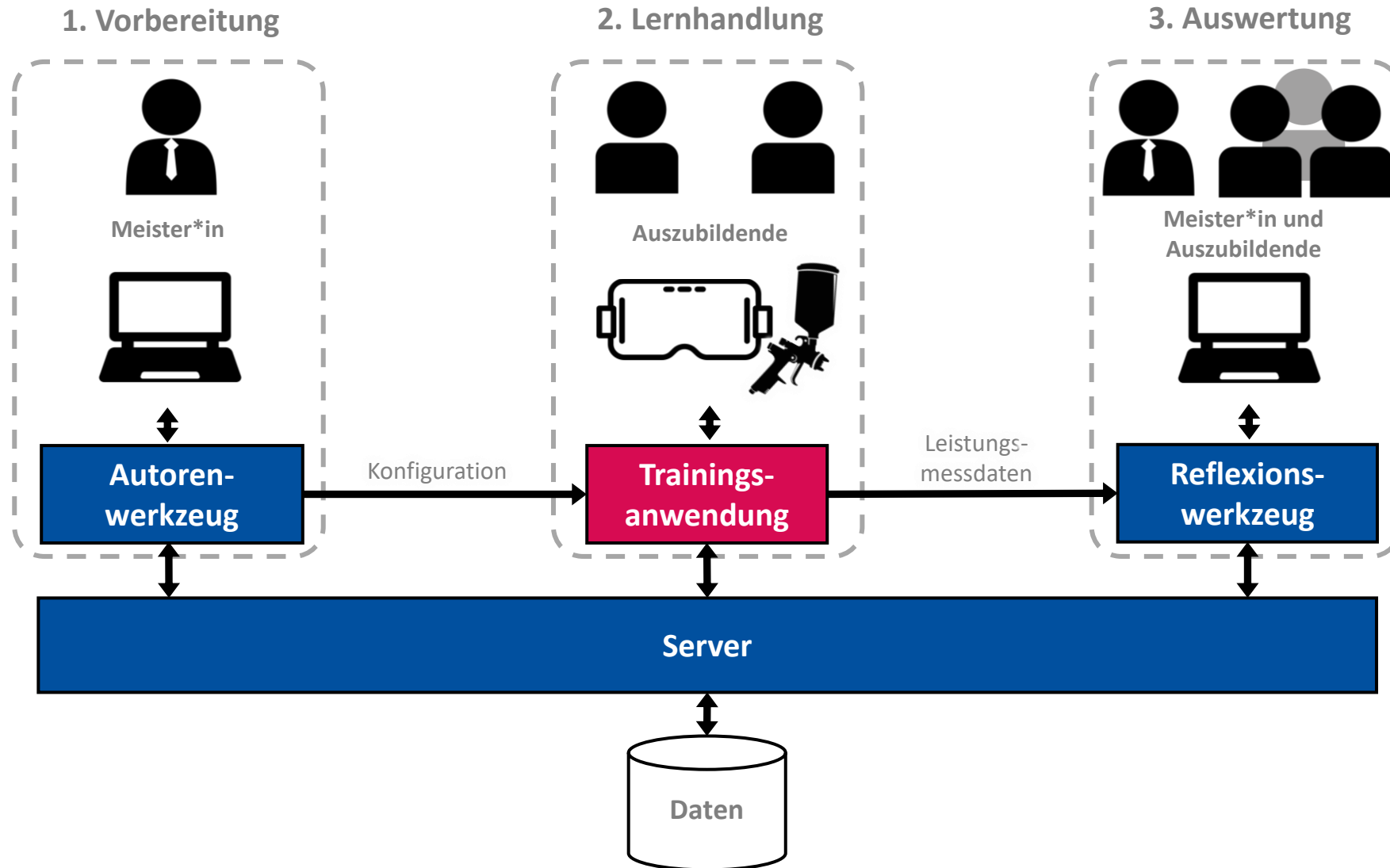
| Szene | Werkstück & Pistole              | VR-Meister  | Monitor und Werkbank   | Interaktion  | Anmerkung Autorenwerkzeug |
|-------|----------------------------------|---|--|--|---------------------------|
| 1     | Rechteckiges weißes Werkstück    | Dies ist die erste von drei zusätzlichen Übungen in dieser Aufgabenklasse, in der du üben sollst, den idealen Abstand zum Werkstück während des Lackierens einzuhalten. Der ideale Abstand zum Werkstück beträgt 15 bis 20cm. Vielen Auszubildenden fällt es schwer, sich permanent im korrekten Abstand zu befinden. Das kann je nach Werkstück und Rahmenbedingungen auch gar nicht so einfach sein. Bedenke im Vorhinein, ob du das Werkstück noch anders ausrichten musst. Es kann auch gut sein, dass du in die Knie gehen oder dich strecken musst. <i>Pause</i> . Verändert sich dein Abstand zum Werkstück, wirkt sich das auch auf das Ergebnis deiner Lackierung aus. Was passiert, wenn du dich zu nah am Werkstück befindest? | MC-Frage:<br>Was passiert, wenn du dich zu nah am Werkstück befindest?<br><b>1. Läufer und Verlaufsstörungen können entstehen</b><br>2. Du musst langsamer lackieren<br><b>3. Du musst schneller lackieren</b><br>4. Orangenhaut entsteht eher | Kiste mit 2 Kugeln auf Werkbank. Kugeln in vorgesehene Löcher befördern<br><br>Grüne Münze einsammeln<br><br>Korrektes Ergebnis wird gezeigt |                           |
| 2     |                                  | Stehst du zu nah dran, müsstest du schneller lackieren, sonst verteilt sich mehr Farbe auf weniger Fläche, was zu Läufern und Verlaufsstörungen führen kann. Positioniere dich nun mit Hilfe des Distanzstrahls im idealen Abstand zum Werkstück und lackiere anschließend das gesamte Werkstück in einem deckenden Gang. Achte dabei besonders darauf, die ganze Zeit den idealen Abstand einzuhalten. Dabei wird dir der Distanzstrahl helfen.  |  |  |                           |
| 3     | Distanzstrahl durchgehend aktiv. |   |  | Grüne Münze einsammeln.  |                           |
| 4     | Heatmap und Lupe                 |   | Auswertungskriterien   | Goldene Münze einsammeln   |                           |

konzeptuelles Modell:  
Zusammenhang Schichtdicke  
und Distanz zum Werkstück

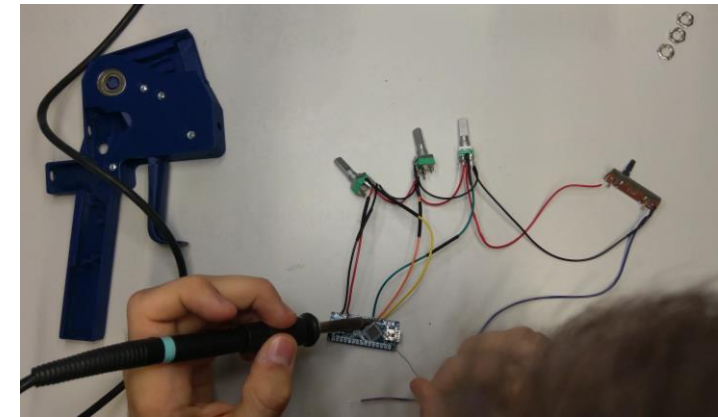
korrekatives Feedback:  
Schichtdicke

# Die technische Perspektive

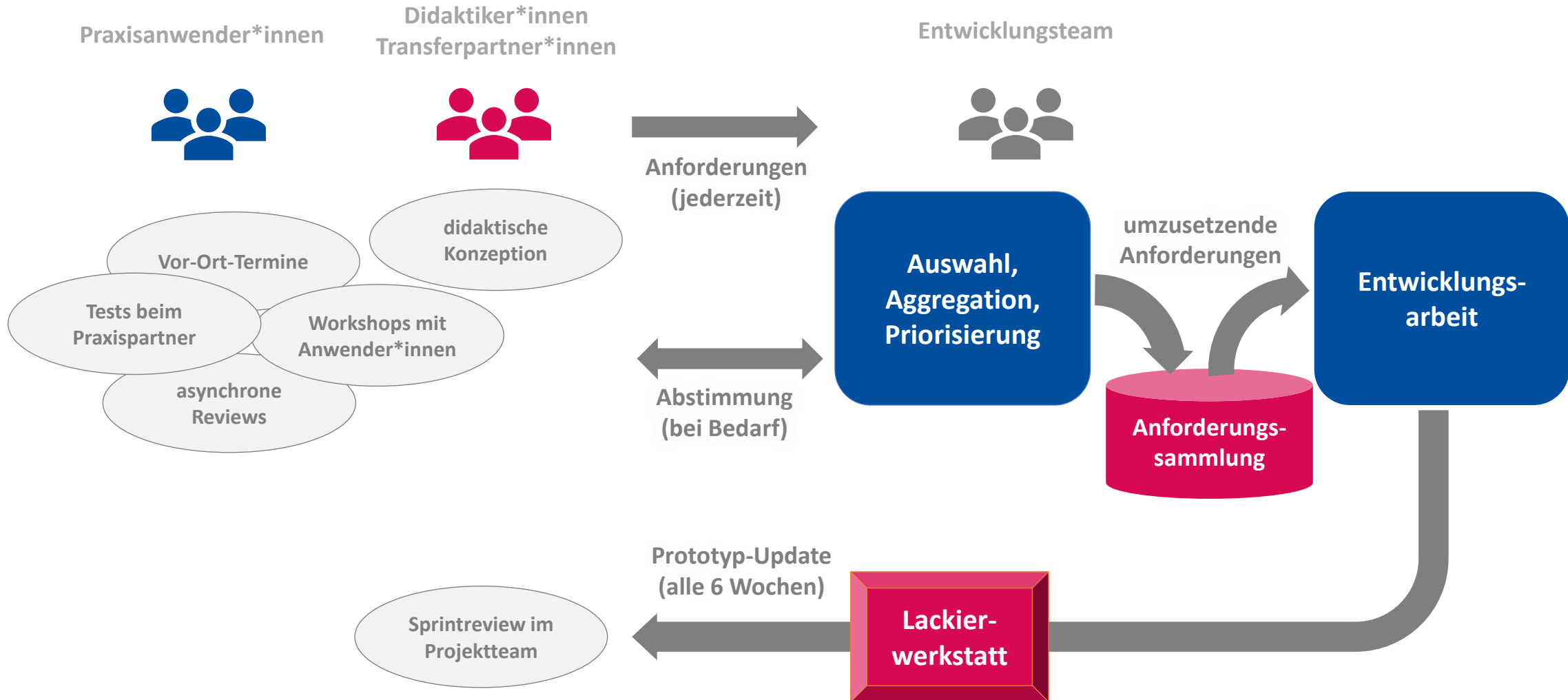




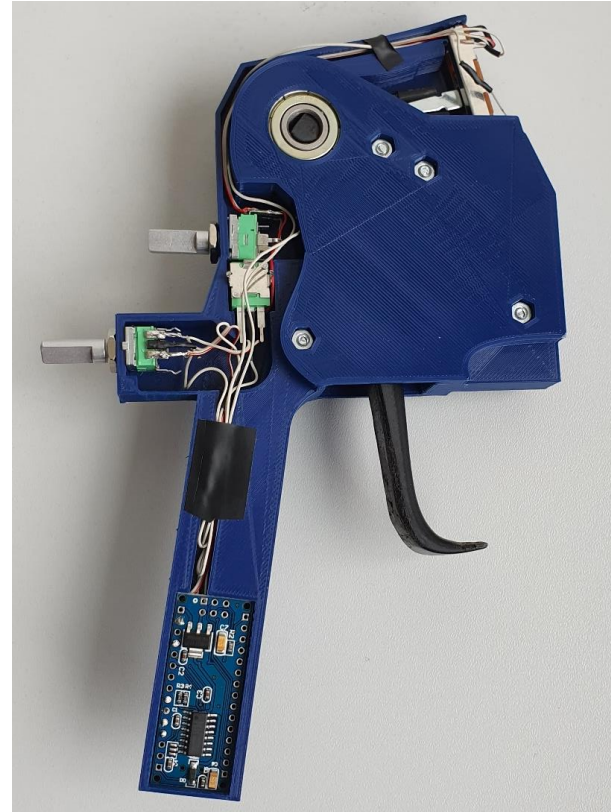
- agiler Entwicklungsprozess
- VR- & GUI-Entwicklungen in Unity
- Flexibilität bei der Anwendung kontinuierlich mitdenken
  - Unterstützung einer Vielzahl gängiger VR-Headsets (6DoF)
  - VR-Headset nur für VR-Trainingsanwendung
  - Einbindung neuer Inhalte erwartet (z. B. Lernaufgaben, Medien und Aufnahmen)
- Kosten für Anwender\*innen niedrig halten
- Publikation (Open Source, OER) stets im Fokus
  - keine unternehmensspezifischen Modelle eingebunden  
→ eher generell „relevante“ Werkstücke
  - keine kommerziell lizenzierten Assets genutzt
  - Lackierpistolen-Controller selbst druck- und zusammenbaubar  
→ Anleitung







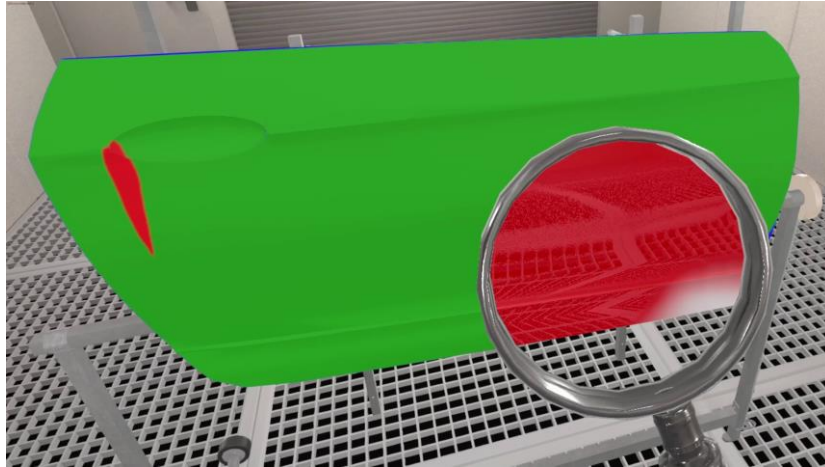
# Lackierpistole → VR-Controller



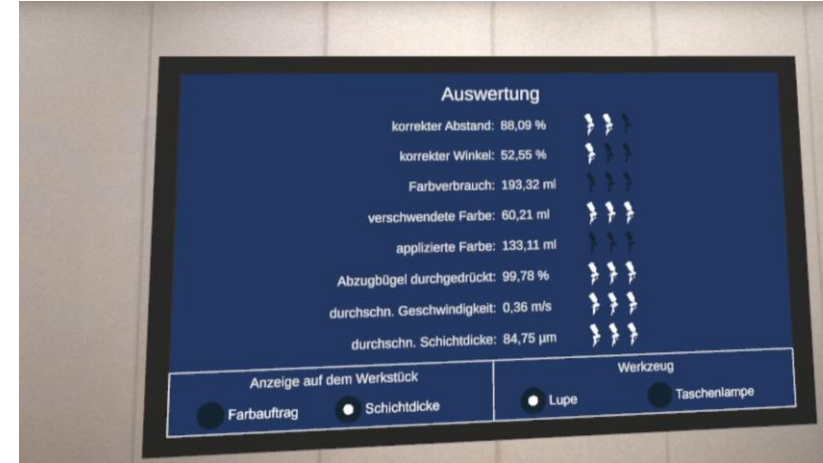
# Lackierpistole → VR-Controller



## Heatmap



## Reflexionsparameter



## Ausbildungsmeister



## Navigation



Medien



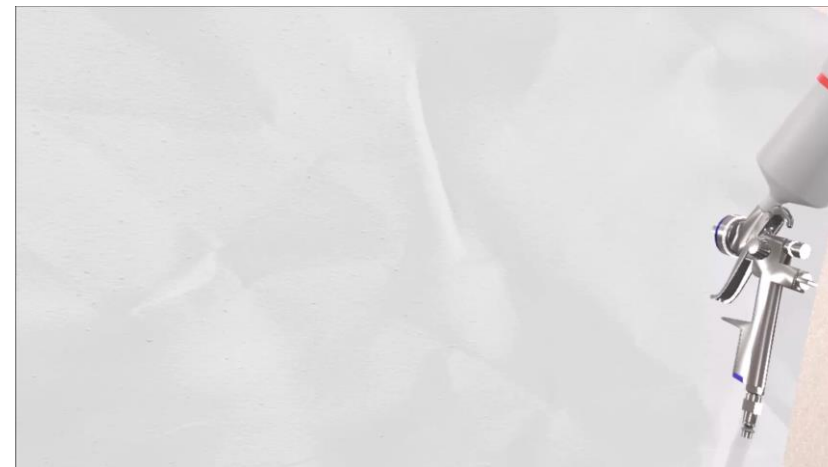
Aufnahmen



Hilfestellungen



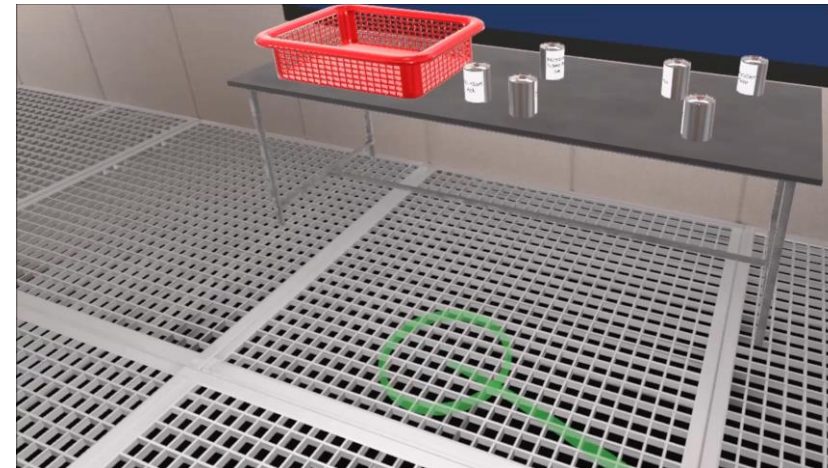
Spritzprobe



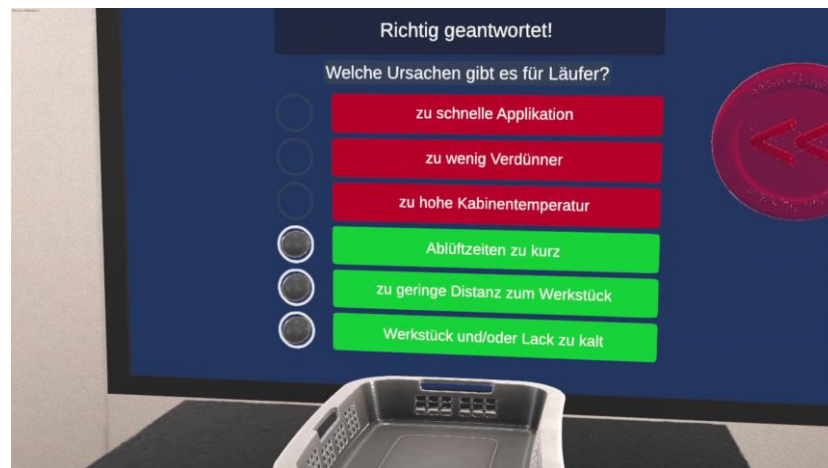
## Schätzaufgabe



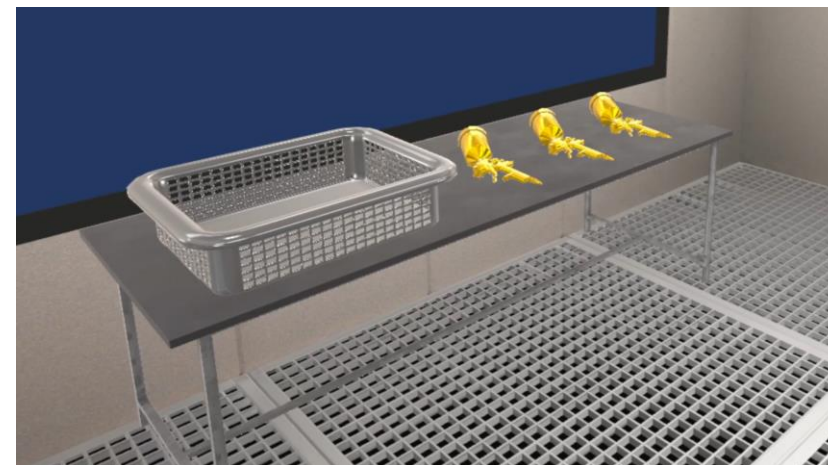
## Sortieraufgabe



## Multiple Choice



## Selbsteinschätzung



**Liste aller Lernaufgaben**

| Name                                       | Aufgabenklasse    | Teilaufgaben | Optionen |
|--|-------------------|--------------|----------|
| Einschichtlackierung Kotflügel Fallstudie  | Neuteillackierung | 15           |          |
| Einschichtlackierung Tür (Evaluation)      | Neuteillackierung | 12           |          |
| Einschichtlackierung Tür Umgekehrt         | Neuteillackierung | 13           |          |
| Tutorial                                   | Neuteillackierung | 14           |          |
| Übung 1 (Evaluation)                       | Neuteillackierung | 3            |          |
| Übung Neuteillackierung 1                  | Neuteillackierung | 5            |          |
| Übung Neuteillackierung 2                  | Neuteillackierung | 5            |          |
| Zweischichtlackierung Motorhaube Imitation | Neuteillackierung | 18           |          |

**Lernaufgaben**

**Aufgaben-sammlungen**

**Nutzer/innen**

**Gruppen**

**Lacke**

**Medien**

**Aufnahmen**

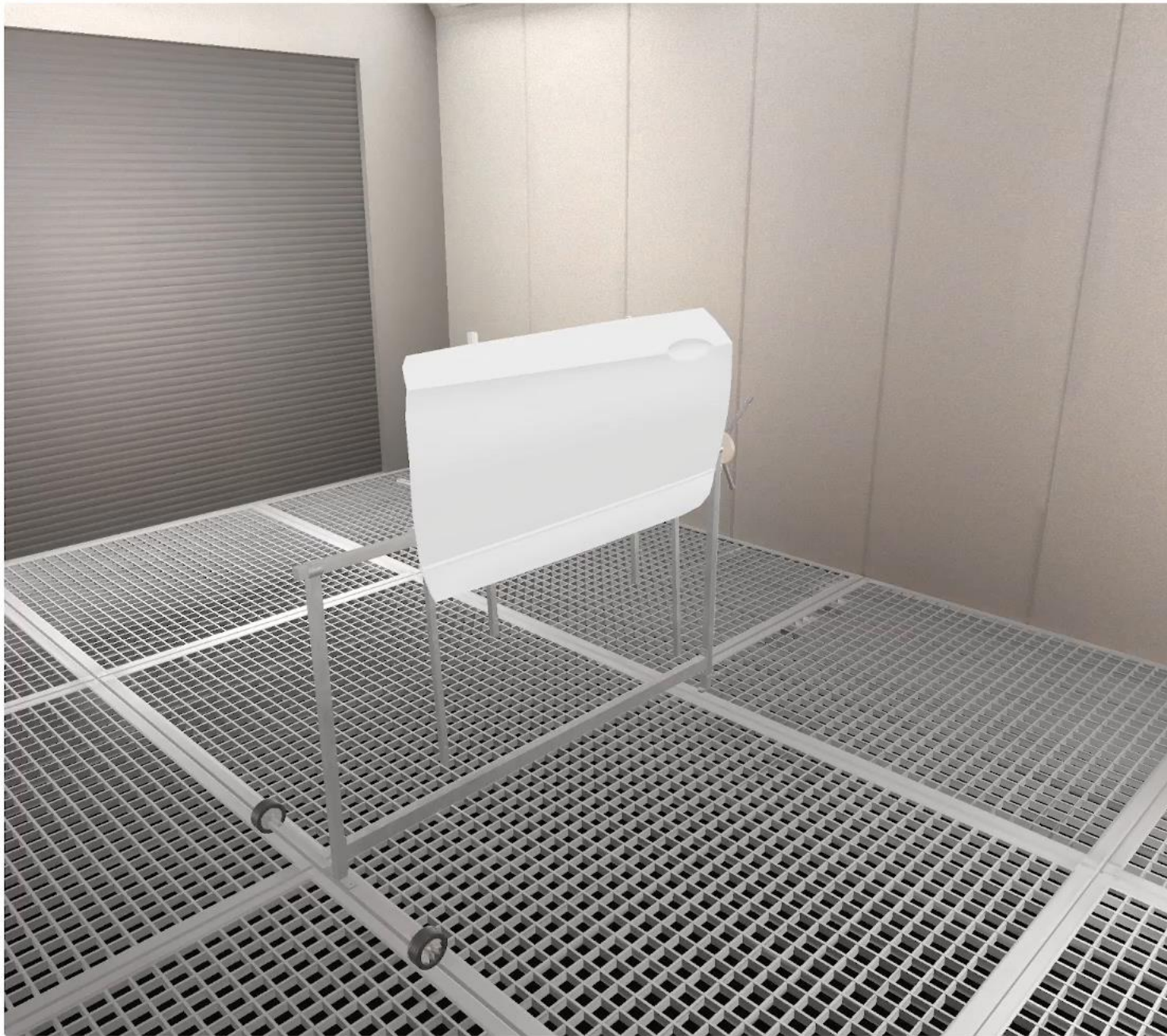
**Detailansicht**

Name:  Aufgabenklasse:  Übung:

Beschreibung:

enthaltene Teilaufgaben

- 1 Werkstück zurücksetzen
- 2 Einleitung/Überleitung
- 3 Einleitung/Überleitung
- 4 Single/Multiple Choice Frage
- 5 Einleitung/Überleitung
- 6 Schätzaufgabe
- 7 Schätzaufgabe
- 8 Vorführung Farbauftrag
- 9 Schätzaufgabe
- 10 Werkstück zurücksetzen
- 11 Spritzprobe
- 12 Werkstück lackieren
- 13 Single/Multiple Choice Frage
- 14 Evaluation
- 15 Einleitung/Überleitung

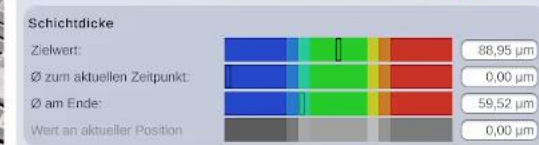
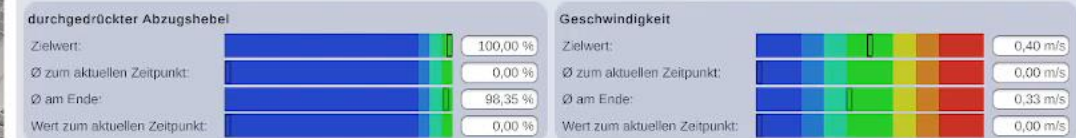


Nutzer/in:  Lernaufgabe:

| Datum      | Uhrzeit  | Dauer    | Optionen                         |
|------------|----------|----------|----------------------------------|
| 10.03.2022 | 11:13:43 | 00:01:17 | <input type="button" value="✕"/> |

### Erfolgskriterien

Auswahl der anzuzeigenden Parameter:  
 Durchschnittswerte zum aktuellen Zeitpunkt   
  (Durchschnitts)werte am Ende   
  Werte zum aktuellen Zeitpunkt



### Weitere Funktionen

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Hilfen:</b><br><input type="checkbox"/> Entfernung (Pfeile)<br><input type="checkbox"/> Entfernung (Stahl)<br><input type="checkbox"/> Idealer Winkel | <b>Reflexion:</b><br><input type="checkbox"/> Heatmap<br><input type="checkbox"/> Pfad der Lackierpistole<br><input type="checkbox"/> Geschwindigkeit | <b>Anderes:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Audio Lackierpistole<br><input checked="" type="checkbox"/> Sprühkegel |
|--|---|---|



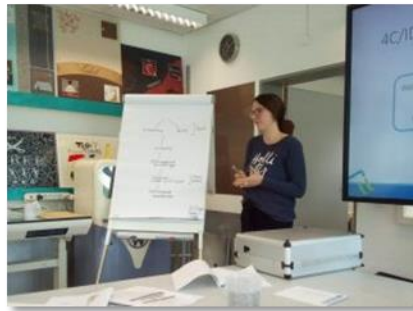


# Die Transfergrundlagen



- (Strukturelle) Bedingungen
- Zielgruppenanalyse
- Erfahrungen und Einstellungen der Zielgruppen (Lehrende + Lernende)
- Gestaltung und Ablauf des Unterrichts
- Technische Ausstattung
- Unterstützende Bedingungen

## Erhebungsmethoden



Workshops + Evaluation

Berufsbildungszentren +  
Mercedes-Benz



Befragungen

Dozierende +  
Bildungsverantwortliche der  
Handwerkskammern



Anforderungsanalyse

Berufsbildungszentren +  
Mercedes-Benz

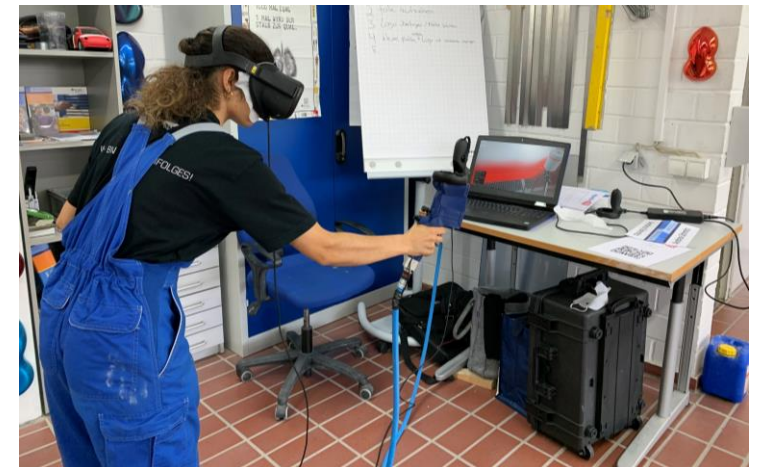


Entwicklung des VR-Lernsystems

- Evaluation im Sommer 2020
  - bei Mercedes Benz in Ludwigsfelde
  - 14 Auszubildende (6 Frauen, 8 Männer, Ø 19 Jahre)
  - Untersuchungsgegenstand: Lernaufgabe + Übung (in zwei Varianten)
- Evaluation im Sommer 2021
  - bei Mercedes Benz in Ludwigsfelde und in Bildungszentren in Dortmund, Lüneburg und Erfurt
  - 47 Auszubildende (11 Frauen, 36 Männer, Ø 21 Jahre)
  - Untersuchungsgegenstand: Lernaufgabe + Übung
- Pilotphase im Herbst 2021 bei Mercedes Benz in Ludwigsfelde



Ludwigsfelde 2020



Lüneburg 2021

- Positive Ergebnisse bei der Untersuchung der didaktischen und technischen Gestaltung der VR-Lackierwerkstatt
- Gute Anknüpfungspunkte für den Einsatz der Lernlösung in den untersuchten Ausbildungsorten durch gestaltungsoffene Lehrpläne und (größtenteils) dezentrale Organisationsstrukturen
- Mit der Anpassbarkeit der Trainingsanwendung werden heterogene Zielgruppen adressiert
- Befähigungskonzepte für die Lehrenden und Lernen im Umgang mit der Anwendung erforderlich
- Langfristiger Transfer erfordern Wartungs- und Supportstrukturen
- Großes Potenzial für Erweiterungen der Anwendung, den Einsatz in anderen institutionellen Kontexten und Gewerken

- auf GitHub: <https://github.com/HandLeVR>
- veröffentlichte Elemente:
  - Source Code aller Anwendungen + kompilierte Anwendungen
  - Begleitmaterialien
  - Bauanleitung für die Lackierpistole
- MIT Lizenz
- als OER veröffentlichen auf:
  - Deutscher Bildungserver
  - WirLernenOnline
  - Bildungsmediathek NRW
  - OER-Berlin
- weitere Publikationen



**Kurzvorstellung:  
Markt der Möglichkeiten**

**11:30–12:00 Uhr**

## Austeller\*innen:

**Dominic Fehling**  
**(Bergische Universität Wuppertal):**

- SVL
- Figments.nrw

**Dr. Tina Haase**  
**(Fraunhofer IFF):**

- LeARn4Assembly
- Social VR

**Marvin Goppold**  
**(RWTH Aachen):**

- FeDiNAR

**Pia Sander + Judith Hilger**  
**(Universität Duisburg-Essen):**

- SocialVR-Tagung
- Lernseminar in VR

**Dr. Matthias Weise**  
**(Universität Potsdam):**

- HandLeVR



# Mittagspause

12:00–13:00 Uhr

# Markt der Möglichkeiten

13:00–14:30 Uhr

**Pause**

**14:30–15:00 Uhr**

# Diskussion

**15:00–16:00 Uhr**