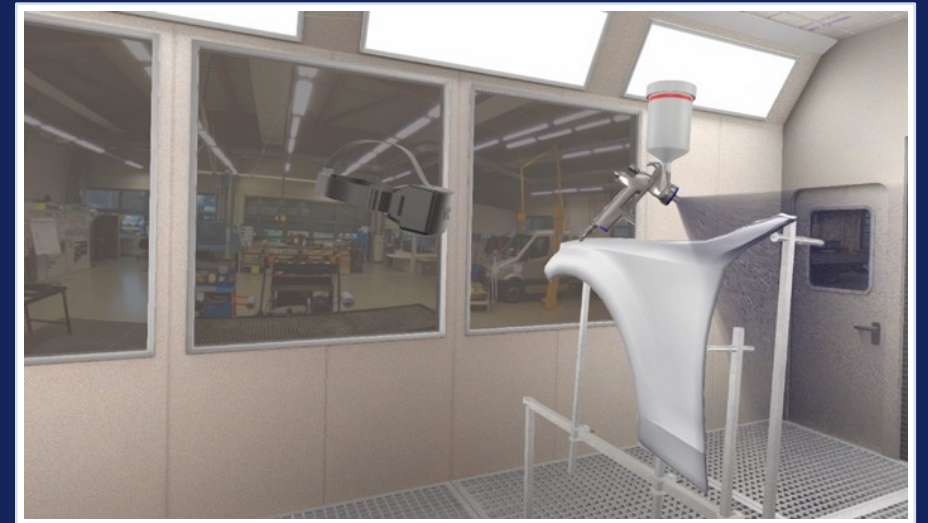


VR-LAKOVNA

Výcvikový simulátor nástřiku laku ve virtuální realitě

Uživatelská příručka — přehled v prezentaci



Obsah

1

Představení

Co VR-lakovna je, tři součásti, jak učení probíhá

2

Hardware a nastavení

VR systémy, PC, server, instalace, prostor a hygiena

3

Jak spustit a ovládat

Přihlášení, kabina, ovládání pistolí, pohyb

4

Práce s programem

Autorský nástroj, plnění úkolů, vyhodnocení, reflexe

5

Provoz

Role a oprávnění, ochrana dat (GDPR), plánování výuky

1

ČÁST 1

Představení

Co VR-lakovna je a jak s ní výuka funguje

Co je VR-lakovna

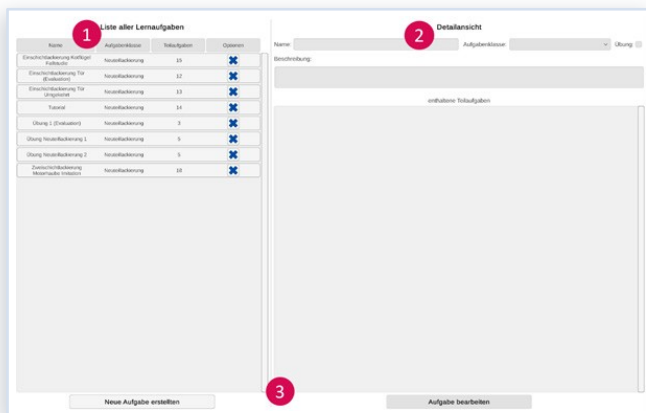
VR-lakovna je výukový systém pro nácvik nástřiku laku stříkací pistolí ve virtuální realitě.

Student se ocitne v realistické virtuální lakovně, plní zadané úkoly a dostává okamžitou zpětnou vazbu — bez spotřeby materiálu, na malém prostoru a bezpečně.

Vznikla v německém projektu HandLeVR (univerzity Potsdam a Duisburg-Essen, ZWH, Mercedes-Benz; financováno BMBF) a je uvolněná jako open source.

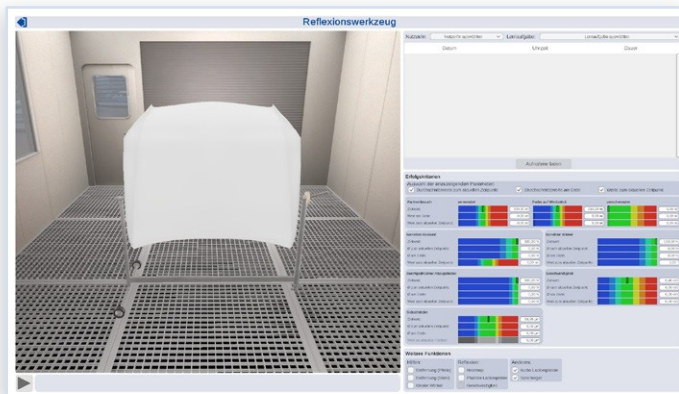


Tři součásti systému



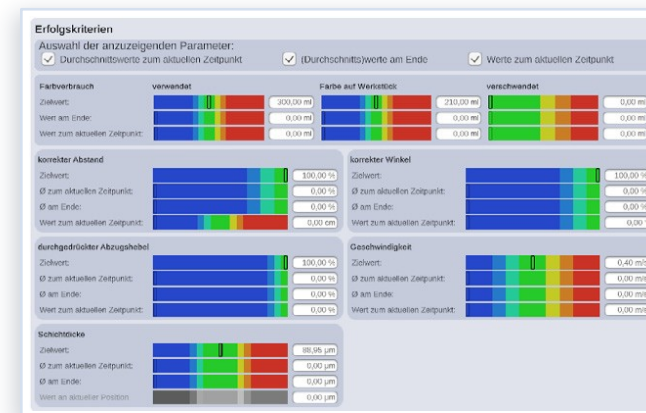
Autorský nástroj

Učitel zde tvoří úkoly a přiděluje je studentům.



Tréninková (VR) aplikace

Student plní úkoly ve virtuální lakovně s replikou pistole.



Reflexní aplikace

Společně přehrání a rozbor nahraného nástřiku.

Jak učení probíhá

Cyklus o třech krocích — každý odpovídá jedné aplikaci.

1

Příprava

Učitel sestaví úkol z hotových bloků a přidělí ho studentovi nebo skupině.

2

Trénink ve VR

Student plní úkoly s brýlemi a replikou pistole; provází ho virtuální mistr.

3

Reflexe

Nahráný nástřik se společně přehraje a rozebere se zpětnou vazbou.

Proč trénovat lakování ve VR

Virtuální nácvik řeší hlavní nevýhody tréninku se skutečným lakem:

Zdraví

Žádné výpary ani riziko nadýchání barvy.

Životní prostředí

Žádný odpad z barev a rozpouštědel.

Náklady

Úspora laků, materiálu i obrobků.

Čas a prostor

Trénink kdykoliv, na malé ploše, bez schnutí.

2

ČÁST 2

Hardware a nastavení

Co potřebujete a jak systém zprovoznit

VR systémy (brýle)

Potřebujete VR sestavu připojenou k počítači. Systém byl ověřen s těmito systémy (stav 2021):

VR systém	Poznámka
HTC VIVE Pro a vyšší	Brýle, linkbox, kabely, dva ovladače a dvě základnové stanice.
Oculus / Meta Quest 1 a vyšší	Samostatné brýle; k PC přes kabel Oculus Link nebo bezdrátově Air Link.
Windows Mixed Reality (WMR)	Platforma pro AR/VR obsah, použitelná s řadou hardwaru.

Požadavky na počítač

Potřeba je výkonný počítač s označením „VR Ready“. Minimum pro počítačové části:

Komponenta	Minimální požadavek
Grafická karta	NVIDIA GTX 1060 / AMD RX 480 nebo lepší
Procesor	Intel i5-4590 / AMD Ryzen 5 1500X nebo lepší
Paměť (RAM)	8 GB a více
Disk	20 GB volného místa
Operační systém	Windows 10 a vyšší

Server a databáze

Tři aplikace komunikují se serverem, kde se ukládají data. Může běžet lokálně, nebo jako samostatný server pro více počítačů.

Java 13 — minimální požadavek na serveru.

Databáze — PostgreSQL 14.1+ pro provoz, nebo souborová H2 pro jednoduché použití.

Zabezpečení — komunikace přes HTTPS/SSL (certifikát, keytool, PKCS12).

Přihlášení — protokol OAuth; doporučeno změnit výchozí klíče.

Soubory — maximální velikost nahrávaných médií 1000 MB.

Instalace krok za krokem

1

Připojte VR brýle k PC (repliku zatím ne).

2

Rozbalte ZIP soubor VR-lakovny.

3

V softwaru brýlí vymezte hrací prostor (Guardian).

4

Otevřete VR-lakovnu.

5

Sestavte repliku — VR ovladač připevněte přípravkem.

6

Připojte repliku přes USB a spusťte aplikaci.

7

Ve zkušebním režimu inicializujte polohu, spoušť a knoflíky.

8

Ověřte funkce (např. hlasitost).

Prostor a hygiena

Prostor pro VR

- Min. plocha $2 \times 1,5$ m, doporučeno 4×4 m.
- Bez nábytku a překážek.
- Ne na přímém slunci ani příliš tmavá.
- Dobře větrat — zařízení se zahřívá.

Hygiena

- Dezinfekční ubrousky (pozor na povrch brýlí).
- Vyměnitelné/jednorázové obličejové vložky.
- Dezinfekce UV-C světlem.
- Krytky sluchátek.

3

ČÁST 3

Jak spustit a ovládat

Spuštění, orientace v kabině a ovládání pistolí

Spuštění a přihlášení

S přihlášením

Zadáte jméno a heslo. Plní se přidělené úkoly a výsledky se ukládají do reflexní aplikace.

Bez přihlášení (zkušební režim)

Probiermodus — všechny laky, obrobky i pomůcky, ale výsledky se neukládají. Ideální na vyzkoušení.

Při prvním přihlášení si změňte heslo a nastavíte bezpečnostní otázku.

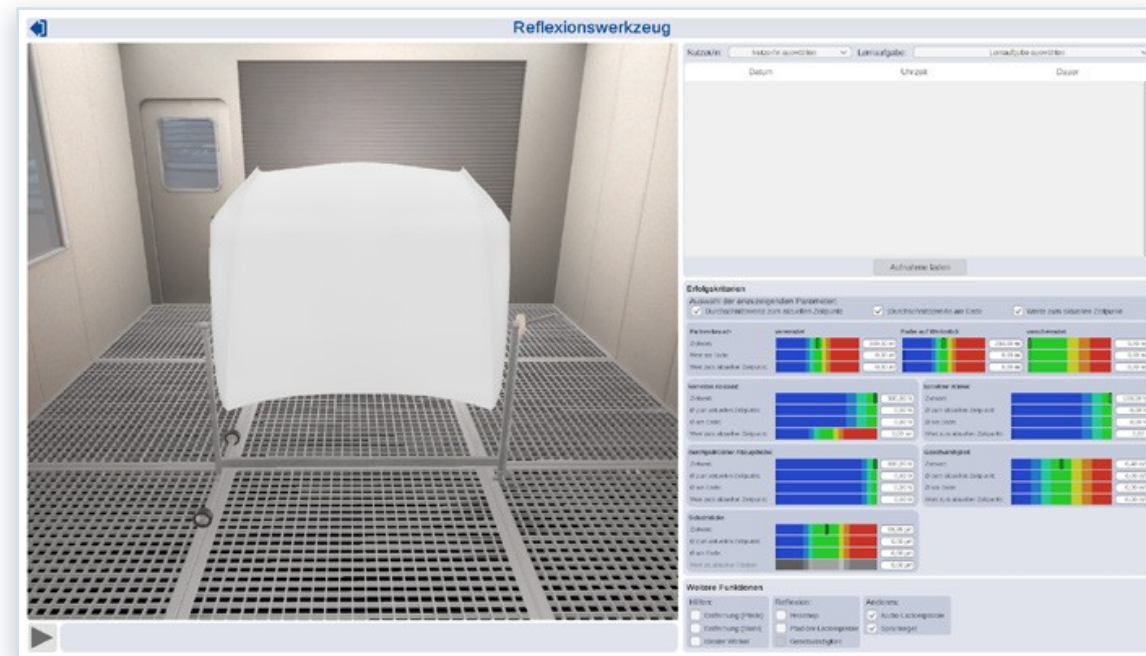
Virtuální lakovací kabina

Obrobek — upnutý na stojanu, výšku a natočení lze upravit.

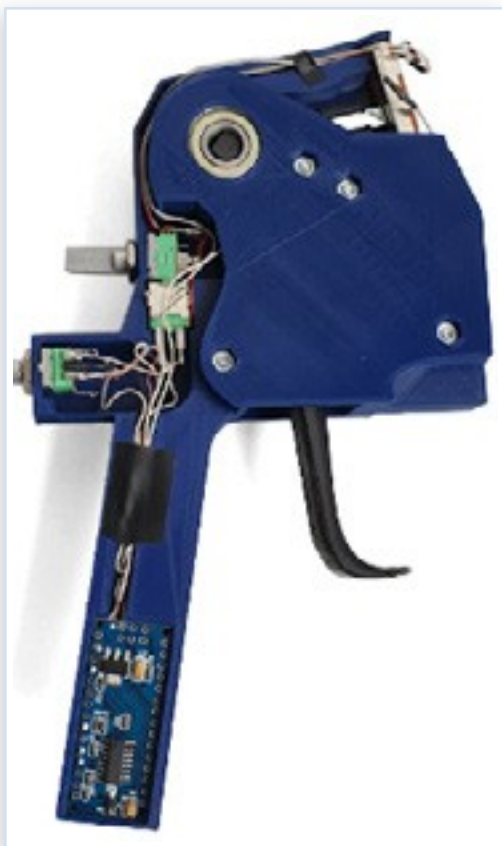
Monitor — informace, zpětná vazba a menu úkolů.

Plakát — na zadní stěně pro zkušební nástřík.

Virtuální mistr — zadává úkol a dává pokyny.



Ovládání replikou pistole



Spoušť funguje jako potvrzovací tlačítko. Pistolí můžete:

Vybírat — zaměříte zeleným paprskem a stisknete spoušť.

Uchopovat — když se objeví černá ruka, vezmete předmět.

Teleportovat se — namíříte na podlahu a držíte spoušť.

Lakovat — stiskem spouště nanášíte barvu a prohlížíte výsledek.

Pohyb a navigace mincemi

Pohyb

Můžete chodit, nebo se teleportovat — namíříte pistoli na podlahu, držíte spoušť (zelený kruh ukáže cíl) a puštěním se přemístíte.

Navigace mezi kroky — mince

Zelená mince

Posune na další krok.

Červená mince

Vrátí na předchozí krok.

Zlatá mince

Na konci uzavře celý úkol.

4

ČÁST 4

Práce s programem

Tvorba úkolů, plnění ve VR a reflexe

Autorský nástroj (pro učitele)

Výchozí bod přípravy výuky. Bez programování — úkoly se skládají ze stavebních bloků metodou „přetáhni a pusť“.

- Učební úkoly a sbírky úkolů
- Uživatelé a skupiny
- Laky, média a nahrávky
- Import / export úkolů

Name	Aufgabenklasse	Teilaufgaben	Optionen
Einschichtbackenung Koffigel Faltbude	NeueBackenung	15	✕
Einschichtbackenung Tür (Einschicht)	NeueBackenung	12	✕
Einschichtbackenung Tür Ungelinst	NeueBackenung	13	✕
Tutorial	NeueBackenung	14	✕
Übung 1 (Evaluation)	NeueBackenung	3	✕
Übung NeueBackenung 1	NeueBackenung	5	✕
Übung NeueBackenung 2	NeueBackenung	5	✕
Zweischichtbackenung Mosenhaude Imulation	NeueBackenung	10	✕

Neue Aufgabe erstellen

Aufgabe bearbeiten

Tvorba učebního úkolu

- 1) **Základní údaje** — název, popis a třída úkolu.
- 2) **Sestavení** — přetáhněte dílčí kroky do posloupnosti.
- 3) **Nastavení** — upravte vybraný krok vpravo.
- 4) **Uložení** — neukládá se automaticky; hotový úkol lze jen kopírovat.

Aufgabe erstellen/bearbeiten

Auftrag:

Beschreibung:

Klasse:

Übung: ☐

Teilschritte | Unterstützende Informationen

- Single/Multiple Choice Frage
- Lack auswählen
- Vorführung Farbauftrag
- Schätzaufgabe
- Auswertung
- Einleitung/Überleitung
- Werkstück lackieren
- Werkstück zurücksetzen
- Selbsteinschätzung
- Gegenstände sortieren

Aufgabenfolge

1. **Werkstück zurücksetzen** ☐

Typ: Aufnahme

Aufnahme:

2. **Auswertung** ☐

Sprachausgabe:

Automatisch: ☒

Überspringbar: ☐ Nicht überspringbar

Heatmap: ☒

Parameter: ☒ korrekter Abstand
☒ korrekter Winkel
☒ Farbverbrauch
☒ verschwendete Farbe
☒ applizierte Farbe
☒ Abzugsbügel durchgedrückt
☒ Geschwindigkeit
☒ Schichtdicke

3. **Auswertung** ☐

Sprachausgabe:

Automatisch: ☒

Überspringbar: ☐ Nicht überspringbar

Heatmap: ☒

Parameter: ☒ korrekter Abstand
☒ korrekter Winkel
☒ Farbverbrauch
☒ verschwendete Farbe
☒ applizierte Farbe
☒ Abzugsbügel durchgedrückt
☒ Geschwindigkeit
☒ Schichtdicke

4. **Single/Multiple Choice Frage** ☐

Sprachausgabe:

Automatisch: ☒

Einstellungen

Text für den Monitor:

Sprachausgabe:

Sprechblase:

Automatisch: ☒

Überspringbar: ☐ Nicht überspringbar

Dílčí kroky úkolu

Úvod / přechod — moderace a informace přes monitor a mistra.

Podpůrné informace — obrázky, prezentace nebo videa (max. 6).

Zkušební nástřik — zkouška na plakát; lze nastavit lak a vady.

Lakování — hlavní krok; obrobek, lak, doba a pomůcky.

Vyhodnocení — parametry nástřiku a heatmapa tloušťky vrstvy.

Einstellungen

Text für den Monitor:

Sprachausgabe: [Klicken zur Auswahl einer Audiodatei](#)

Sprechblase:

Automatisch: ☐

Überspringbar:

Nicht überspringbar

Werkstück*:

Tür

1. Schicht*: [Klicken zur Auswahl eines Lackes](#)

2. Schicht*: [Klicken zur Auswahl eines Lackes](#)

Minimale Lackierzeit*: ☐ Sekunden

Aktivierte Hilfestellungen:

☐ Distanzstrahl ☐ Distanzmarkierung ☐ Winkelstrahl

(De)aktivierbare Hilfestellungen:

☐ Distanzstrahl ☐ Distanzmarkierung ☐ Winkelstrahl

Dauer Hilfestellungen: ☐ Sekunden

Parametry hodnocení nástřiku

Výkon se hodnotí počtem „pistolí“ podle těchto parametrů:

Parametr	Co znamená
Správná vzdálenost	Jak dlouho byla pistole ve správné vzdálenosti (obvykle 15–20 cm).
Rychlost	Rychlost pohybu pistole; optimum $\approx 0,4$ m/s.
Správný úhel	Jak dlouho byla pistole zhruba kolmo (90°).
Spotřeba / nanesená barva	Množství barvy celkem a na obrobku.
Tloušťka vrstvy	Podle cílové tloušťky daného laku.

Otázky a interakce

Kromě lakování se v úkolech objevují otázky na ověření znalostí:

- Výběr z možností — koule do kroužků.
- Třídění předmětů — do košíku (správně = zezelená).
- Odhadové úkoly — hodiny, odměrka, teploměr.



Nástřik a vyhodnocení



Před lakováním se dělá zkušební nástřik na plakát. Po dokončení se na monitoru ukáže vyhodnocení (počet „pistolí“).

Tloušťku vrstvy ukazuje heatmapa:

Modrá — vrstva příliš tenká

Červená — vrstva příliš silná

Zelená — optimální množství barvy



Reflexní aplikace

Uzavírá učební cyklus — přehrává nahrané nástřiky a umožňuje je se studentem rozebrat.

Tři způsoby zpětné vazby:

- Individuálně — vývoj studenta v čase.
- Srovnáním — vůči ostatním.
- Podle kritéria — vůči dané kvalitě.

Aufgabe erstellen/bearbeiten

Auftrag*: Einschichtlackierung Tür (Evaluation)
 Beschreibung*: Eine Tür soll lackiert werden.

Klasse*: Neuteillackierung
 Übung: ☐

Teilschritte | Unterstützende Informationen

- Single/Multiple Choice Frage
- Lack auswählen
- Vorführung Farbauftrag
- Schätzaufgabe
- Auswertung
- Einleitung/Überleitung
- Werkstück lackieren
- Werkstück zurücksetzen
- Selbsteinschätzung
- Gegenstände sortieren

Aufgabenfolge

1 Werkstück zurücksetzen

Typ: Aufnahme
 Aufnahme: Einschichtlackierung Tür Umgekehrt

2 Auswertung

Sprachausgabe: Neuteillackierung 1e - Einleitung
 Automatisch: ☒
 Überspringbar: Nicht überspringbar
 Heatmap: ☒
 Parameter: ☒ korrekter Abstand, ☒ korrekter Winkel, ☒ Farbverbrauch, ☒ verschwendete Farbe, ☒ applizierte Farbe, ☒ Abzugbügel durchgedrückt, ☒ Geschwindigkeit, ☒ Schichtdicke

3 Auswertung

Sprachausgabe: Neuteillackierung 1e - Aufgabenstellung
 Automatisch: ☒
 Überspringbar: Nicht überspringbar
 Heatmap: ☒
 Parameter: ☒ korrekter Abstand, ☒ korrekter Winkel, ☒ Farbverbrauch, ☒ verschwendete Farbe, ☒ applizierte Farbe, ☒ Abzugbügel durchgedrückt, ☒ Geschwindigkeit, ☒ Schichtdicke

4 Single/Multiple Choice Frage

Sprachausgabe: Neuteillackierung 1e - Multiple Choice
 Automatisch: ☒

Einstellungen

Text für den Monitor:

Sprachausgabe: Neuteillackierung 1e - Selbsteinschätzung
 Sprechblase:
 Automatisch: ☒
 Überspringbar: Nicht überspringbar

Speichern **Kopieren**

5

ČÁST 5

Provoz

Role, ochrana dat a plánování výuky

Role a oprávnění

Role	Autorský nástroj	Tréninková	Reflexní
Učitel	Plný přístup ke všemu	Plní úkoly	Výsledky všech
Omezený učitel	Vše kromě správy profilů	Plní úkoly	Výsledky všech
Student	Bez přístupu	Plní úkoly	Jen své výsledky

Ochrana osobních údajů (GDPR)

Za soulad s GDPR odpovídá instituce. Uživatelé musí být informováni a při prvním přihlášení potvrdí souhlas.

Registrace — jméno, uživatelské jméno a heslo (mění se při prvním přihlášení).

Média — obrázky, videa a zvuk nahrané učitelem.

Výsledky úkolů — záznam nástřiku jen pro přehrání a vyhodnocení.

Provozní data — technický log, přepisuje se, nelze z něj snadno určit osobu.

Mazání účtů — možné; výsledky lze smazat, nebo účet jen anonymizovat.

Plánování výuky

Než začnete, zvažte

- Velikost a různorodost skupiny.
- Předchozí znalosti a mezery.
- Jak studenti zvládají VR.
- Co může VR nejlépe podpořit.

Možnosti nasazení

- Ukázka vedená expertem.
- Rozcvička před skutečným lakováním.
- Doplnková cvičení k výuce.
- Doplnění chybějících dovedností.
- Propojení reálných a VR fází.

Děkuji za pozornost

VR-lakovna — výcvikový simulátor nástřiku laku ve virtuální realitě

Zdroje: github.com/HandLeVR · worldedu.cz

Zpracováno podle příručky projektu HandLeVR (VR-Lackierwerkstatt, 2022).