

🕒 01/02/23    🔍 Ricerca

Un caso di studio tratto dalla formazione professionale di base per le professioni di elettricista

## La realtà virtuale al servizio dello sviluppo delle competenze professionali

👤 Martin Berger, Katrin Kraus, Thomas Keller, Elke Brucker-Kley, Janick Michot & Reto Knaack

La "prima verifica" di un impianto elettrico è una competenza cruciale che deve essere posseduta dagli elettricisti professionisti. Tuttavia, il suo apprendimento pone sfide considerevoli ai centri di formazione, come dimostrano i preoccupanti risultati delle procedure di qualificazione. Un progetto di innovazione interdisciplinare dell'Alta Scuola Pedagogica di Zurigo e dell'Università di Scienze Applicate ZHAW affronta questo problema sfruttando il caso della prima verifica degli impianti elettrici per indagare il potenziale della realtà virtuale (VR) nella formazione. Nel progetto è stato sviluppato il prototipo di un ambiente di apprendimento VR rivolto agli apprendisti del settore, valutandone quindi gli effetti nell'ambito di uno studio sul campo.

---

### 1 Situazione iniziale

L'effetto dell'ambiente VR sull'apprendimento della prima verifica è stato analizzato nel semestre primaverile del 2022 in uno studio sul campo con 78 apprendisti all'ultimo semestre di formazione.

Con il rapido sviluppo della realtà virtuale (VR), sta diventando sempre più facile immergersi in mondi 3D e interagire con oggetti generati tecnologicamente.<sup>[1]</sup> In quanto "mondo esperienziale tecnologicamente supportato" (Zinn, 2020) la realtà virtuale sta diventando sempre più interessante anche come strumento integrativo nella formazione professionale, impiegabile per preparare e insegnare contenuti complessi in modo realistico e per promuovere le corrispondenti competenze professionali (Kim et al., 2020; Goertz, Fehling e Hagenhofer 2021; Cattaneo 2022). Tuttavia, gli ambienti di apprendimento VR non sono stati finora impiegati in modo sistematico nell'istruzione e nella formazione professionale. Lo stato della ricerca è ancora scarso e il potenziale offerto dalla tecnologia per l'acquisizione di competenze non è ancora del tutto chiaro (Wolfartsberger, 2022, p.298).

## 2 Obiettivo e metodo del progetto

Per colmare queste lacune, il presente progetto di ricerca (DIZH 2022) ha studiato l'implementazione di un ambiente di apprendimento VR nella formazione professionale di base (Berger et al., 2022; Nechita et al., 2022). Il progetto è stato condotto sulla base di un approccio Design Based Research (DBR), teso a convalidare il valore aggiunto della realtà virtuale per la formazione professionale di base attraverso lo sviluppo e la sperimentazione teorica di una soluzione orientata alla pratica (Euler e Wilbers, 2020). Sulla base del modello generale DBR di Euler (Euler, 2014) il progetto è stato suddiviso nella tre fasi di *analisi* (sezione 3), *prototyping/formative evaluation* e *summative evaluation* (sezione 4).

La fase di sviluppo del design costituisce il nucleo dell'approccio DBR – ed è in questo contesto che è stato formulato un approccio didattico che specifica le caratteristiche e i principi guida dell'ambiente di apprendimento VR. Nel presente articolo, tuttavia, l'attenzione si concentra sulla terza fase del progetto, al fine di ottenere informazioni di carattere generale sul potenziale degli ambienti di apprendimento VR nel campo della formazione professionale di base. Il suo fondamento è costituito da uno studio sul campo con un disegno analitico classico (sezione 5).



Immagine: un elettricista di montaggio in formazione si esercita nella verifica di impianti elettrici in un ambiente di apprendimento virtuale. I risultati mostrano che gli elettricisti di montaggio che hanno utilizzato un ambiente di apprendimento VR prima della procedura di qualificazione sono stati in grado di migliorare i propri voti in questa competenza di quasi un punto rispetto ai loro compagni che si sono invece preparati con materiali di insegnamento e apprendimento convenzionali (fonte: Martin Berger).

Il necessario intreccio di conoscenze professionali, pedagogiche e tecnologiche è stato garantito, tra l'altro, dalla collaborazione tra l'Unione Svizzera degli Installatori Eletttricisti EIT.swiss, l'Università di Scienze Applicate di Zurigo (ZHAW) e l'Alta Scuola Pedagogica di Zurigo. Il progetto è stato sostenuto dall'iniziativa per la digitalizzazione delle scuole universitarie di Zurigo (DIZH).

### 3 Selezione della situazione professionale

Si è inizialmente ricercata una situazione nel curriculum formativo degli elettricisti che fosse adatta a un ambiente di apprendimento VR da un punto di vista sia didattico sia tecnologico. Questa è stata individuata nella prima verifica a cui ogni impianto elettrico deve essere sottoposto prima di entrare in funzione. La prima verifica è una competenza professionale centrale nonché una componente importante della parte pratica della procedura di qualificazione degli installatori elettricisti<sup>[2]</sup> e anche, dal 2018, degli elettricisti di montaggio. Tuttavia, l'esperienza dimostra come gli apprendisti abbiano poche opportunità di cimentarsi con la prima verifica durante la formazione in azienda, il che è probabilmente una delle ragioni degli scarsi risultati nella procedura di qualificazione (Bertinelli 2020).

### 4 Creazione della simulazione VR e del suo contesto pedagogico

Per consentire l'apprendimento in situazioni complesse (sia reali sia virtuali), è necessario un inquadramento pedagogico delle situazioni (Dehnbostel, 2006) che si basi su principi pedagogici guida. Nel contesto degli ambienti di apprendimento VR, paiono adatti numerosi principi concettuali (Loke, 2015; Zinn\$, 2019; Zinn et al., 2020; Schwendimann et al., 2015). Con l'obiettivo di generare principi di progettazione generalizzabili, come previsto dall'approccio di ricerca DBR, abbiamo ricercato teorie a medio raggio (Euler, 2017) e le abbiamo quindi specificate per la strutturazione pedagogica di situazioni di apprendimento-insegnamento:

- l'approccio *scaffolding*, per modulare il processo di apprendimento all'interno dello spazio virtuale;
- l'*orientamento alle competenze*, che garantisce il collegamento centrale tra l'apprendimento sistematico e quello improntato all'agire operativo;
- l'approccio *gamification*, che motiva ulteriormente gli apprendisti.

Dalla simulazione VR dovrebbe dunque svilupparsi un ambiente di apprendimento VR in cui gli apprendistipossano lavorare in maniera indipendente sulle competenze operative specifiche della prima verifica.

Principi guida pedagogici	Principi di strutturazione
<p><b>Approccio scaffolding</b> Per <i>scaffolding</i> si intende un processo di accompagnamento che consente agli studenti di eseguire un compito anche se è al di là delle loro capacità attuali (Wood, Bruner e Ross, 1976). Lo <i>scaffolding</i> è un approccio situazionale: viene fornito un supporto minimo soltanto quando si presentano delle difficoltà, aumentandolo fino a quando le stesse non vengono superate (Wood, Bruner e Ross, 1976).</p>	<p><b>Elementi di supporto</b> Nell'ambiente di apprendimento VR, lo spazio virtuale è stato creato con una schermata di aiuto sotto forma di un sistema di chat. Qui, gli studenti possono selezionare un pulsante di "Aiuto per il passaggio successivo" ogni volta che non sanno come procedere. Gli esperti possono così eseguire numerose azioni senza utilizzare gli elementi di supporto, mentre le persone inesperte vengono messe in grado di svolgere la prima verifica anche senza conoscenze preliminari.</p>
<p><b>Orientamento alle competenze</b> La competenza operativa professionale non si basa soltanto sulle abilità e sulla corrispondente preparazione, ma anche su conoscenze specifiche situazionali e professionali che possono essere attivate nella situazione richiesta (Dietzen, 2015). Anche la combinazione di apprendimento concettuale-sistematico e di apprendimento esperienziale basato sull'agire operativo è pertanto considerata un aspetto centrale della formazione professionale (Tramm, 2011).</p>	<p><b>Elementi di domanda e di riflessione</b> Alle diverse operazioni sono associate domande sui fondamenti e sulle basi teoriche. L'ambiente di apprendimento VR può pertanto contribuire alla combinazione di esperienza e conoscenze in termini di orientamento alle competenze.</p>
<p><b>Gamification</b> La <i>gamification</i> può influenzare positivamente la motivazione degli apprendisti (Deterding et al., 2011). L'uso della <i>gamification</i> nelle simulazioni di formazione VR sembra essere particolarmente efficace per quei partecipanti che non hanno alcuna precedente esperienza con la VR (Palmas et al., 2019).</p>	<p><b>Elementi di design di gioco</b> Gli apprendisti possono guadagnare punti nell'ambiente di apprendimento. Più le loro azioni corrispondono all'azione giusta e meno vengono utilizzati gli elementi di supporto (vedi sopra), più punti vengono loro assegnati. Ulteriori punti possono essere guadagnati rispondendo correttamente alle domande. Poiché una misura può essere eseguita tutte le volte che si vuole, gli apprendisti possono confrontare i risultati delle azioni eseguite ogni volta in base a diverse procedure (<i>scoreboard</i>).</p>

([https://sgab-srfp.ch/wp-content/uploads/2023/01/berger\\_tabelle1\\_it.png](https://sgab-srfp.ch/wp-content/uploads/2023/01/berger_tabelle1_it.png))

## 5 Studio sul campo

### Design

L'effetto dell'ambiente VR sull'apprendimento della prima verifica è stato analizzato nel semestre primaverile del 2022 in uno studio sul campo con 78 apprendisti all'ultimo semestre di formazione (35 installatori elettricisti, 43 elettricisti di montaggio). Gli apprendisti sono stati sottoposti a un test (*pre-test*) per le loro competenze relative alla "prima verifica" nell'ambito dei corsi di preparazione alla procedura di qualificazione nel gennaio 2022. Sono stati quindi incaricati di esercitarsi nell'esecuzione della prima verifica per un periodo di circa due mesi

durante il loro periodo di formazione in azienda. Come parametro temporale di riferimento è stato indicato un totale di 120 minuti, distribuiti in diverse fasce orarie.

Gli apprendisti del *gruppo di intervento* sono stati ulteriormente istruiti a utilizzare l'ambiente di apprendimento VR (con cuffie VR *Oculus Quest 2*) al cui impiego erano stati precedentemente introdotti. Agli apprendisti del *gruppo di controllo* è stato invece detto di utilizzare, nello stesso arco di tempo, strumenti di apprendimento e di insegnamento tradizionali.

La fase di intervento si è conclusa con la parte pratica della procedura di qualificazione (PQ, *post-test*). I *pre-test* e i *post-test* sono stati effettuati mediante prove pratiche individuali secondo le corrispondenti linee guida (EIT.swiss 2020a; 2020b). In questi test, gli esperti hanno assegnato agli apprendisti dei compiti da svolgere su impianti di prova e hanno quindi fornito le corrispondenti valutazioni. Il confronto tra gruppo di intervento e gruppo di controllo è stato effettuato utilizzando il confronto dei valori medi (test T) con misure ripetute. Le differenze fra le professioni per le quali veniva svolta la formazione sono state analizzate utilizzando un'analisi della varianza.



Gli apprendisti si trovano in un ambiente di lavoro del tutto analogo a uno reale all'interno di un garage, dove possono teletrasportarsi in punti diversi (tramite cerchietti tracciati sul pavimento). Come elemento di supporto, possono ricevere un'assistenza visiva e uditiva sulla parete sotto forma di schermo di aiuto che li guida attraverso la misurazione (in alto a sinistra). In una stanza adiacente c'è un quadro elettrico dove vengono effettuate alcune delle misure richieste. Agli apprendisti vengono poste domande teoriche durante le loro azioni (in basso a sinistra). Dopo ogni misurazione completata con successo, anche a seconda dell'uso degli elementi di supporto e delle risposte fornite alle domande, viene loro assegnato un corrispondente punteggio. La loro somma viene visualizzata in forma anonima sullo scoreboard, che consente altresì un confronto fra gli apprendisti (in basso a destra).

## Risultati

Dei 78 apprendisti selezionati che sono stati sottoposti al *pre-test* per la prima verifica, 68 hanno poi potuto essere sottoposti al *post-test*. Il tempo dedicato all'apprendimento del gruppo di intervento (con impiego dell'ambiente di apprendimento VR), secondo le dichiarazioni degli stessi apprendisti, è stato in media di 67,84 minuti – vale a dire al di sotto del tempo inizialmente fissato a 120 minuti, per quanto i valori indicati risultino molto variabili (DS=42.26). Il tempo dedicato all'apprendimento del gruppo di controllo non è stato rilevato. La tabella 1 mostra i

**Nel caso degli elettricisti di montaggio, invece, si è registrata una differenza significativa: lo sviluppo dei risultati dei test del gruppo di intervento (n=24) rispetto al gruppo di controllo (n=19) è stato infatti maggiore di .84 punti.**

risultati dei *pre-test* e dei *post-test* e il loro diverso sviluppo. Entrambi i gruppi hanno mostrato un punteggio insufficiente nel *pre-test* e un punteggio sufficiente nel *post-test*. In particolare, il punteggio del gruppo di intervento è stato inferiore di .62 nel *pre-test* e superiore di .14 nel *post-test*.

Gruppo	N	Pre-test		Post-test		Sviluppo da pre-test a post-test		
		M	SD	M	SD	M	SD	Delta
Gruppo di intervento	35	3.18	1.10	4.54	.82	1.35	1.03	.64
Gruppo di controllo	33	3.70	1.05	4.41	.71	.72	1.10	d=.60

Tabella 1: valore medio (M) dei punteggi e deviazione standard (DS) degli apprendisti (numero N) del gruppo di intervento e del gruppo di controllo nel pre-test e nel post-test e sviluppo dei punteggi (post-pre). Differenza nell'andamento dei punteggi tra i gruppi (delta) e D di Cohen ( $p < .01$ ). L'aumento di 1.35 nella M del gruppo di intervento (da 3.18 a 4.54) è superiore di .64 rispetto all'aumento di 0.72 del gruppo di controllo (da 3.70 a 4.41).

Il delta dei risultati dei test è stato in media di 0.77 punti in più per gli apprendisti del gruppo di intervento rispetto a quelli del gruppo di controllo. Si tratta di una differenza statisticamente significativa (95%-CI[0.12, 1.15]),  $t(66)=2.98, p = .008$ . L'effetto dell'ambiente di apprendimento VR sullo sviluppo dei punteggi dei test è stato di media entità ( $D$  di Cohen=0.60).

Il campione comprendeva apprendisti per due distinte professioni con durata di formazione diversa: 25 installatori elettricisti (formazione quadriennale) e 43 elettricisti di montaggio (formazione triennale). Un'analisi della varianza univariata monofattoriale con misure ripetute mostra che l'andamento dei risultati del test è correlato alla distinta professione ( $F(1,33) = 6.919, p = .013, \eta^2 = .173, n = 35$ ). Esso è risultato più positivo per gli elettricisti di montaggio, mentre gli installatori elettricisti hanno raggiunto un valore significativamente più alto nei *pre-test* (tabella 2). I diversi risultati nei *pre-test* degli elettricisti di montaggio sono particolarmente sorprendenti. Essi non possono peraltro essere spiegati, in quanto i punteggi non erano ancora noti quando i discenti sono stati divisi in gruppi.

	N	(Pre)-test		(Post)-test		Sviluppo (post-pre)		
		M	SD	M	SD	M	SD	Delta
Installatori elettricisti								
Gruppo di intervento	11	4.05	.97	4.77	.68	.73	.93	.12
Gruppo di controllo	14	3.93	.92	4.54	.63	.61	.94	$d = .13^{n.s.}$
Elettricista di montaggio								
Gruppo di intervento	24	2.80	.97	4.43	0.89	1.64	.96	.84
Gruppo di controllo	19	3.54	1.22	4.32	.77	.79	1.21	$d=.97$

Tabella 2: punteggio ottenuto dagli installatori elettricisti del gruppo di intervento e del gruppo di controllo nei pre-test e post-test e sviluppo dei punteggi (post-pre). Differenza nell'andamento dei punteggi tra i gruppi (delta) e D di Cohen ( $p < .01$ ).

Nel caso degli installatori elettricisti c'è stata una piccola differenza pari a 0.12 punti nell'andamento dei risultati del test tra gli 11 apprendisti del gruppo di intervento e i 14 apprendisti del gruppo di controllo, la cui significatività non è tuttavia dimostrabile. Nel caso degli elettricisti di montaggio, invece, si è registrata una differenza significativa: lo sviluppo dei risultati dei test del gruppo di intervento ( $n=24$ ) rispetto al gruppo di controllo ( $n=19$ ) è stato infatti maggiore di .84 punti. Si è dunque manifestato un effetto medio-forte ( $D$  di Cohen= $0.97$ ) dell'ambiente di apprendimento VR sullo sviluppo dei risultati dei test degli elettricisti di montaggio. Tale effetto è statisticamente significativo. Nell'interpretare i risultati dello studio, va notato che, a causa delle dimensioni del campione, non è stato possibile effettuare analisi combinate.

## 6 Discussione e prospettive

Il progetto ha dimostrato come la tecnologia VR possieda un potenziale realistico in un contesto di formazione professionale. I risultati indicano altresì come gli spazi esperienziali e di apprendimento virtuali possano supportare l'apprendimento sul posto di lavoro ed essere efficaci nella costruzione di competenze professionali ben definite. L'efficacia significativamente maggiore dell'ambiente di apprendimento VR impiegato nel progetto per gli elettricisti di montaggio (formazione triennale con maggiore orientamento alle attività pratiche) rispetto agli installatori elettricisti (formazione quadriennale con maggiore orientamento teorico) indica possibili effetti differenziali nell'impiego e nella progettazione di ambienti VR in contesti di formazione professionale. Ulteriori ricerche potrebbero ricollegarsi, ad esempio, ai risultati secondo cui le persone con difficoltà di apprendimento possono trarre particolarmente beneficio da un approccio didattico strettamente guidato (Knöll, 2007; Nickolaus, Knöll e Gschwendtner, 2006) così come è stato realizzato nella simulazione VR oggetto della presente indagine.



Nell'ambito del presente progetto è stato sviluppato un prototipo collaudato per l'impiego di un'applicazione VR in un contesto di formazione professionale. La Bandara VR GmbH, in collaborazione con la quale il progetto stesso è stato condotto, sta attualmente sviluppando, insieme a clienti pilota, un modello commerciabile per ulteriori impieghi operativi di questa stessa applicazione a partire dal lavoro fin qui condotto dalle scuole universitarie.

[1] Una versione dettagliata del testo è stata pubblicata sulla rivista tedeca bwp@ ed è disponibile in modalità online open access (<https://www.bwpat.de/ausgabe/43/berger-etal>) (Berger et al., 2022).

[2] Risolviamo la questione della formulazione appropriata al genere con l'uso arbitrario di termini femminili e maschili. Quando si parla solamente di uomini oppure di donne, questo viene esplicitato.

## Bibliografia

- Berger, Martin, Katrin Kraus, Thomas Keller, Elke Brucker-Kley, und Knaack. 2022. Virtuelle Lernumgebungen in der betrieblichen Ausbildung – eine Analyse am Beispiel der Elektrobranche in der Schweiz (<https://www.bwpat.de/ausgabe/43/berger-etal>). Berufs- und Wirtschaftspädagogik online, Nr. 43.
- Bertinelli, Ermano. 2020. Kann mit Hilfe von Videosequenzen, als unterstützende Massnahme zum Messkurs, die Handlungsfähigkeit des Montagepersonals bei der Erstprüfung gesteigert werden? Fallbeispiel zur Entwicklung der Weiterbildung in einem Elektrogrossbetrieb in der Schweiz. Urdorf: unveröffentlicht.
- Cattaneo, Alberto. 2022. Digitales Lernen: Nutzen wir wirklich alle Möglichkeiten? (<https://sgab-srfg.ch/digitales-lernen-nutzen-wir-wirklich-alle-moeglichkeiten/>): Überlegungen zur Integration von Technologien in die Berufsbildung. Transfer, Berufsbildung in Forschung und Praxis (3/2022), SGAB, Schweizerische Gesellschaft für angewandte Berufsbildungsforschung.
- Dehnbostel, Peter. 2006. Lernen im Prozess der Arbeit. Münster: Waxmann.
- Deterding, Sebastian, Dan Dixon, Rilla Khaled, und Lennart Nacke. 2011. From game design elements to gamefulness: defining «gamification». In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, 9–15.
- Dietzen, Agnes. 2015. Die Rolle von Wissen in Kompetenzerklärungen und im Erwerb beruflicher Handlungskompetenz. In Kompetent – wofür? Life skills – Beruflichkeit – Persönlichkeitsbildung: Beiträge zur Berufsbildungsforschung, herausgegeben von Michaela Stock, Peter Schlögl, und Daniela Moser, 39–53. Innsbruck: Studienverlag.

- DIZH. 2022. Virtual Reality als Lernort für die Berufliche Grundbildung (<https://dizh.ch/2022/01/03/virtual-reality-als-lernort-fuer-die-berufliche-grundbildung/>). DIZH -Digitalisierungsinitiative des Kantons Zürich. 3. Januar 2022.
- EIT.swiss. 2020a. Wegleitung zum Qualifikationsverfahren Elektroinstallateurin/Elektroinstallateur EFZ ([https://www.eit.swiss/fileadmin/user\\_upload/documents/Berufsbildung/Grundbildung/Elektroinstallateurin\\_EFZ/\\_de/2015\\_EI\\_Wegleitung\\_QV.pdf](https://www.eit.swiss/fileadmin/user_upload/documents/Berufsbildung/Grundbildung/Elektroinstallateurin_EFZ/_de/2015_EI_Wegleitung_QV.pdf)).
- EIT.swiss. 2020b. Wegleitung zum Qualifikationsverfahren Montage-Elektrikerin/Montage-Elektriker EFZ ([https://www.eit.swiss/fileadmin/user\\_upload/documents/Berufsbildung/Grundbildung/Montage-Elektrikerin\\_EFZ/\\_de/2015\\_ME\\_Wegleitung\\_QV.pdf](https://www.eit.swiss/fileadmin/user_upload/documents/Berufsbildung/Grundbildung/Montage-Elektrikerin_EFZ/_de/2015_ME_Wegleitung_QV.pdf)).
- Euler, Dieter. 2014. Design Research – a paradigm under development. In Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (Beiheft), herausgegeben von Dieter Euler und Peter F. E. Solane, 27:15–45. Franz Steiner.
- Euler, Dieter. 2017. Design Principles as Bridge between Scientific Knowledge Production and Practice Design (<https://journals.sub.uni-hamburg.de/EDeR/article/view/1024>). EDeR. Educational Design Research 1 (1).
- Euler, Dieter, und Karl Wilbers. 2020. Berufsbildung in digitalen Lernumgebungen. In Handbuch Berufsbildung, herausgegeben von Rolf Arnold, Antonius Lipsmeier, und Matthias Rohs, 427–38. Wiesbaden: Springer VS.
- Goertz, Lutz, Christian Dominic Fehling, und Thomas Hagenhofer. 2021. COPLAR-Leitfaden ([https://www.social-augmented-learning.de/wp-content/downloads/210225-Coplar-Leitfaden\\_final.pdf](https://www.social-augmented-learning.de/wp-content/downloads/210225-Coplar-Leitfaden_final.pdf)): Didaktische Konzepte identifizieren – Community of Practice zum Lernen mit AR und VR.
- Kim, Kevin Gonyop, Catharine Oertel, Martin Dobricki, Jennifer K. Olsen, Alessia E. Coppi, Alberto Cattaneo, und Pierre Dillenbourg. 2020. Using Immersive Virtual Reality to Support Designing Skills in Vocational Education (<https://doi.org/10.1111/bjet.13026>). British Journal of Educational Technology 51 (6): 2199–2213.
- Knöll, Bernd. 2007. Differenzielle Effekte von methodischen Entscheidungen und Organisationsformen beruflicher Grundbildung auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung in der gewerblich-technischen Erstausbildung. Eine empirische Untersuchung in der Grundausbildung von Elektroinstallateuren. Aachen: Shaker.
- Loke, Swee-Kin. 2015. How do virtual world experiences bring about learning? A critical review of theories. Australasian Journal of Educational Technology 31 (1).

- Nechita, Teodora, Reto Knaack, Martin Berger, Thomas Keller, Elke Brucker-Kley, und Janick Michot. 2022. Work-In-Progress – Virtual Reality for Basic Vocational Training. In , 1–3. IEEE.
- Nickolaus, Reinhold, Bernd Knöll, und Tobias Gschwendtner. 2006. Methodische Präferenzen und ihre Effekte auf die Kompetenz-und Motivationsentwicklung–Ergebnisse aus Studien in anforderungsdifferenten elektrotechnischen Ausbildungsberufen in der Grundbildung. ZBW 102: 552–77.
- Palmas, Fabrizio, David Labode, David A Plecher, und Gudrun Klinker. 2019. Comparison of a gamified and non-gamified virtual reality training assembly task. In IEEE 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games), 1–8. IEEE.
- Schwendimann, Beat A., Alberto A. P. Cattaneo, Jessica Dehler Zufferey, Jean-Luc Gurtner, Mireille Bétrancourt, und Pierre Dillenbourg. 2015. The «Erfahrungsraum» (<https://doi.org/10.1080/13636820.2015.1061041>): a pedagogical model for designing educational technologies in dual vocational systems. *Journal of Vocational Education & Training* 67 (3): 367–96.
- Wood, David, Jerome S Bruner, und Gail Ross. 1976. The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry* 17 (2): 89–100.
- Zinn, Bernd. 2019. Editorial: Lehren und Lernen zwischen Virtualität und Realität. *Journal of Technical Education* 7 (1): 16–31.
- Zinn, Bernd, Hrsg. 2020. *Virtual, Augmented und Cross Reality in Praxis und Forschung: technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus-und Weiterbildung: Theorie und Anwendung*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Zinn, Bernd, Carolin Peltz, Qi Guo, und Sunita Ariali. 2020. Konzeptionalisierung virtueller Lehr- und Lernarrangements im Kontext des industriellen Dienstleistungsbereichs des Maschinen- und Anlagebaus. In *Virtual, Augmented und Cross Reality in Praxis und Forschung – Technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus-und Weiterbildung–Theorie und Anwendung.*, herausgegeben von Bernd Zinn, 141–68. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.

---

#### Citazione

Martin Berger, Katrin Kraus, Thomas Keller, Elke Brucker-Kley, Janick Michot & Reto Knaack, 2023: La realtà virtuale al servizio dello sviluppo delle competenze professionali: Un caso di studio tratto dalla formazione professionale di base per le professioni di elettricista. *Transfer. Formazione professionale in ricerca e pratica*. SRFP, Società svizzera per la ricerca applicata in materia di formazione professionale.

Questo lavoro è protetto da copyright. È consentito qualsiasi uso, tranne quello commerciale. La riproduzione con la

stessa licenza è possibile, ma richiede l'attribuzione dell'autore.