

Serious Games als methodischer Ansatz zur Auseinandersetzung mit Erneuerbaren Energien in der beruflichen Bildung. Zwei Anwendungsbeispiele

Dr. Pia Spangenberger, Nadine Matthes, Linda Kruse, Dr. Felix Kapp
AG BFN-Forum am 27. April 2021

Die Windräder werden richtig
ausgerichtet, aber die Bremse ist
nicht richtig eingestellt.

Inhalt der Präsentation

- Überblick zur beruflichen Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BBNE)
- Relevanz Erneuerbare Energien für die gewerblich-technische Berufsausbildung
- Potenziale von Serious Games für die BBNE
- Anwendungsbeispiele Serious Games Serena Supergreen und MARLA
- Diskussion und Fazit



Zentrale Fragestellung

*Wie kann es mithilfe von **Serious Games** gelingen zwischen dem abstrakten Leitbild der nachhaltigen Entwicklung und konkreten beruflichen Tätigkeiten einen Bezug herzustellen?*

Berufliche Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BBNE)

„Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung fördert Kompetenzen für nachhaltiges Arbeiten und Wirtschaften, um die natürlichen Lebensgrundlagen für alle Generationen zu sichern.“ (BIBB, 2021)

Idee einer nachhaltigkeitsorientierten Gestaltungskompetenz nach Kuhlmeier & Vollmer (2018), die Konsequenzen des beruflichen Handelns aufzeigt und Mitgestaltung ermöglicht.

Kompetenzen einer nachhaltigkeitsorientierten Mitgestaltung müssen an berufliche Handlungsfelder und Tätigkeitsfelder geknüpft sein. Wissen über nachhaltige Technologien sollte mit dem Bewusstsein gekoppelt werden, etwas verändern zu können (ebd.).

Es fehlt an Operationalisierung der Ziele einer nachhaltigen Entwicklung, um didaktische Konzepte zu entwickeln (Kuhlmeier & Vollmer, 2018; Schlicht & Moschner, 2018; Brundiers et al., 2021; Rieckmann, 2020; Redman et al., 2021; Singer-Brodowski, 2016; Tikly et al., 2020; Wiek et al., 2016)

Erneuerbare Energien in der beruflichen Ausbildung

Energiewirtschaftliche Fragestellungen nehmen in der beruflichen Bildung einen immer höheren Stellenwert ein (Kuhlmeier & Vollmer, 2018; Schlicht & Moschner, 2018)

Gewerblich-technische Ausbildungsberufe sind eng mit ökologischen Themen verknüpft (ebd.)

Insbesondere jungen Menschen, fehlt es, trotz Engagement, an konkretem Wissen über regenerative Energiesysteme (Jorgenson et al., 2019).

Berufsschüler*innen stufen Nachhaltigkeitsthemen im Vergleich mit Gymnasiast*innen als weniger relevant ein und beziehen das Thema in geringerem Maße auf ihren Alltag (Holfelder, 2018).

Serious Games: Definition

Serious Game verfolgen ein konkretes Bildungsziel (Wouters et al., 2013).

Serious Games verknüpfen den Unterhaltungswert von digitalen Spielen mit einem weiteren Ziel (Dörner et al., 2014).

Verwandte Begriffe sind “educational games”, “pervasive games”, “games for change” oder auch “social impact games”.

interaktiv, regelbasiert, auf ein konkretes Bildungsziel ausgerichtet, beinhalten Herausforderungen sowie kontinuierliches Feedback (Wouters et al., 2013)

Potenziale von Serious Games für eine BBNE

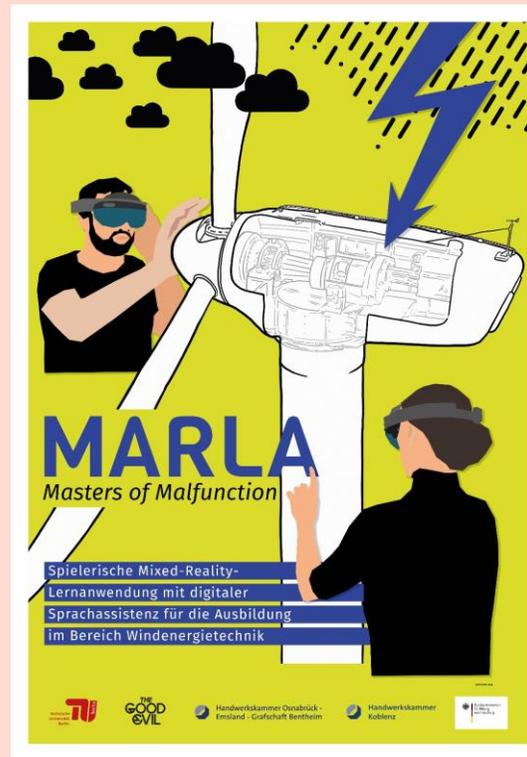
- Es können konkrete kognitive, affektive und auch psychomotorische Lernziele adressiert und gefördert werden (z.B. Wouters et al., 2013; 2017; Braghirolli et al., 2016; Connolly et al., 2012).
- Spiele können erreichen, dass die Spieler*innen bereit sind, sich eher mit einem Lerninhalt auseinanderzusetzen, weil sie motiviert sind, das Spiel zu Ende zu spielen (Wouters et al., 2013).
- Erfahrungsräume, ohne Angst zu haben, falsch zu liegen; es können alternative Handlungswege ausprobiert, Rollen- und Perspektivwechsel, sowie Konsequenzen in der Zukunft aufgezeigt werden, die in der Realität nicht ohne weiteres möglich sind, wie bspw. Zukunftsszenarien, Klimakatastrophen, soziale Dilemmata (Janakiraman, Watson, & Watson, 2018; Wu & Lee, 2015; Morganti et al., 2017).



Anwendungsbeispiele

Operationalisierung, didaktisches Konzept und Evaluation im Sinne einer beruflichen Bildung für eine nachhaltigen Entwicklung in Serious Games

Anwendungsbeispiele “Serena” und “MARLA”



BMBF-geförderte Projekte

- SERENA
(FKA: 01PD14005
Laufzeit 01/2015-06/2017)
- MitEffekt
(FKA: 01PD17005A
Laufzeit 09/2017-02/2019)
- MARLA
(FKA: 01PV18004A
Laufzeit 03/2019-02/2022)



Serena Supergreen

Lernziele



Primäres Lernziel
(Nachhaltigkeitsaspekt
SDG 5 „Gender
Equality“)

Mädchen trauen sich technische Aufgaben zu
(Fähigkeitsselbstkonzept Technik, Selbstwirksamkeit)

Weitere Lernziele
(Nachhaltigkeitsaspekt
SDG 7 „Affordable and
Clean Energy“)

Spieler*innen können technische Inhalte über Erneuerbare
Energien erinnern und in Aufgaben anwenden

Spieler*innen können Berufe benennen, die einen Bezug zu
Erneuerbare Energien haben

Lerninhalte & Aufgabenkonstruktion

- Erfahren von Meistererlebnissen beim Lösen technischer Aufgaben („mastery experiences“)
- Technische Aufgaben mit ansteigendem Schwierigkeitsgrad und Bezug zu Erneuerbaren Energien (z.B. Solarzellen löten, Wälzlager einer Windkraftanlage reparieren u.a.)
- Identifikationsmöglichkeiten (Rollenvorbilder, weiblicher Avatar)



Point & Click Adventure *Serena Supergreen*

- Serena will mit ihren Freundinnen Kiki und Myra in den Urlaub fahren und muss Geld im Einkaufszentrum verdienen.
- Die Aquarien in der Zoohandlung sind kaputt, das Chamäleon sitzt im Dunkeln und Serena muss technische Herausforderungen meistern.
- Sie landen auf der falschen Insel und müssen im Alleingang eine Windkraftanlage reparieren – nur so kommen sie von der verlassenen Insel wieder runter.



35 technische Aufgaben

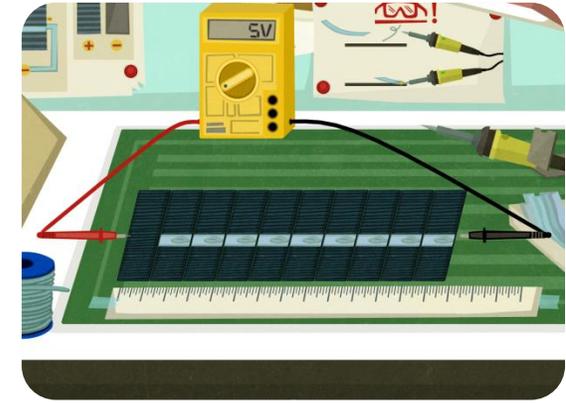
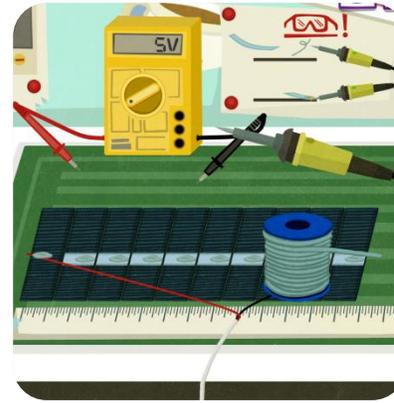
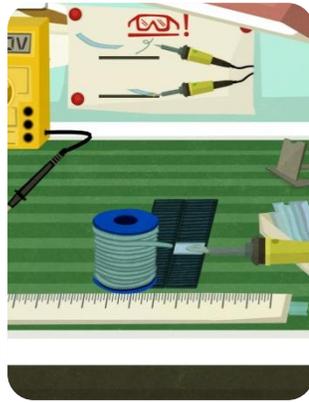
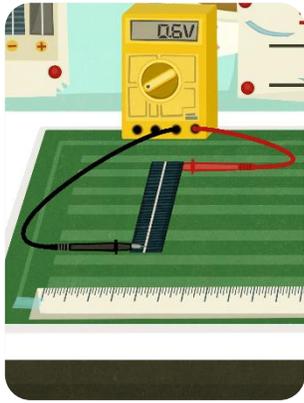


18 verschiedene Räume



8 Levels





Kundenauftrag: Solarladegerät

- Handy mobil & solar laden
- Solartechnik anwenden (messen und löten)
- Upcycling (Solarbruch verwenden)





Instandsetzung einer Photovoltaikanlage

- Komponenten und Funktion einer PV-Anlage kennen
- Funktionsprüfung von Solarmodulen durchführen
- Faktoren für eine optimale Energieausbeute kennen



Weitere Aufgaben an der Photovoltaikanlage

- Energie effektiv nutzen



#3

Ziel erreicht?

Forschungsergebnisse (Auswahl)

- Studie zur **Selbsteinschätzung der technischen Fähigkeiten** (n=93). Die Ergebnisse zeigten, dass das Spiel die wahrgenommene technische Kompetenz, das Fähigkeitsselbstkonzept im Bereich Technik und die intrinsische Motivation im Hinblick auf das Lösen technischer Aufgaben fördern kann (Kapp et al., 2019)
- Studie zum **Wissenserwerb** im Bereich Erneuerbare Energien (n=82) mit Blick auf kurz- und mittelfristige Effekte (Spangenberger et al, 2021) zeigen, dass der Wissenserwerb bei denjenigen, die das Spiel gespielt haben höher ist als bei denjenigen, die das Spiel nicht gespielt haben. Nach 11 Monaten konnten sich die Spielenden zudem an explizite technische Aufgaben aus dem Spiel erinnern.

Wie passt
das Spiel in
den
Unterricht?



Didaktisches Begleitmaterial zum Computerspiel
Serena Supergreen

Berufsorientierung im Arbeitsfeld Erneuerbare Energien



Arbeit-Wirtschaft-Technik

Klasse 8-10

4 x 45 min

Das Ziel der Berufsorientierungseinheit ist es, die technischen Tätigkeiten aus dem Spiel zu analysieren, auf berufliche Handlungssituationen zu beziehen und interessengeleitet gemeinsam mit den Schüler*innen zu reflektieren und bewerten. Dazu zählen:

- Qualifikationsanforderungen ausgewählter Berufe im Arbeitsfeld Erneuerbare Energien beschreiben und mit persönlichen Interessen und Fähigkeiten abgleichen.
- Berufliche Perspektiven in der Branche reflektieren und bewerten.
- Berufliche Ziele entwickeln, persönliche Motivationsfaktoren analysieren.
- Berufsinformationen über Webportale und audiovisuelle Medien selbständig erschließen, zusammenfassen und ansprechend präsentieren.



MARLA
Masters of Malfunction



Lernziele



Primäres Lernziel
(Nachhaltigkeitsaspekt
SDG 9 „Industry,
Innovation &
Infrastructure“)

Spieler*innen können Fehler in einer technischen Anlage fachgerecht diagnostizieren.

Weitere Lernziel
(Nachhaltigkeitsaspekt
SDG 7 „Affordable and
Clean Energy“)

Spieler*innen können den Aufbau einer Windkraftanlage erklären und einzelne Bauteile benennen.

Spieler*innen erinnern Fakten und Richtwerte der Leistungsfähigkeit einer Offshore-Windkraftanlage.

Lerninhalte & Aufgabenkonstruktion

Fehlerdiagnosekompetenz

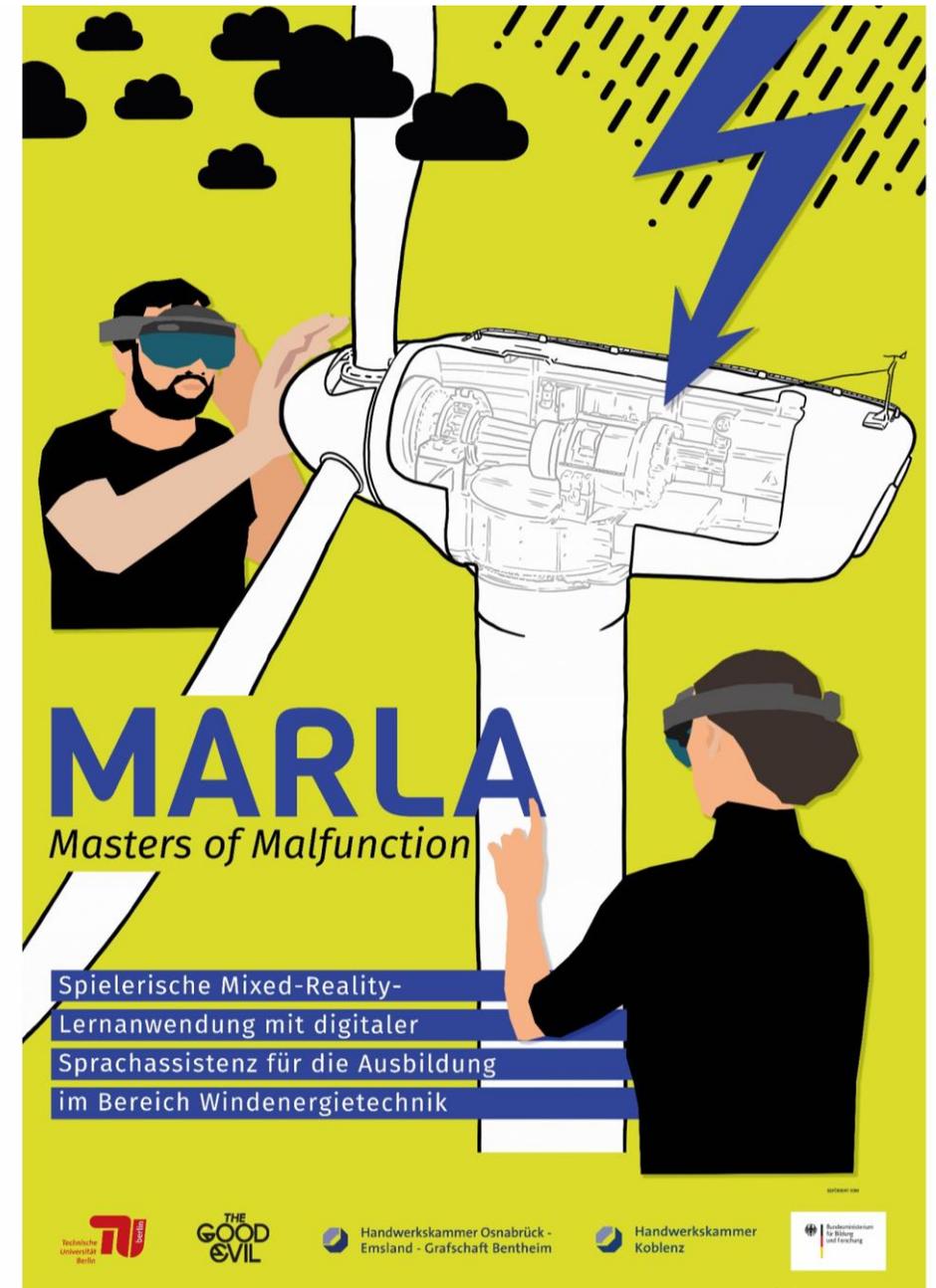
- Fehlerdiagnoseprozess am hydraulischen Bremssystem einer Offshore-Windkraftanlage durchlaufen (mit und ohne Hilfestellung)
- Systematisches Vorgehen bei der Fehlerdiagnose (8 Schritte)

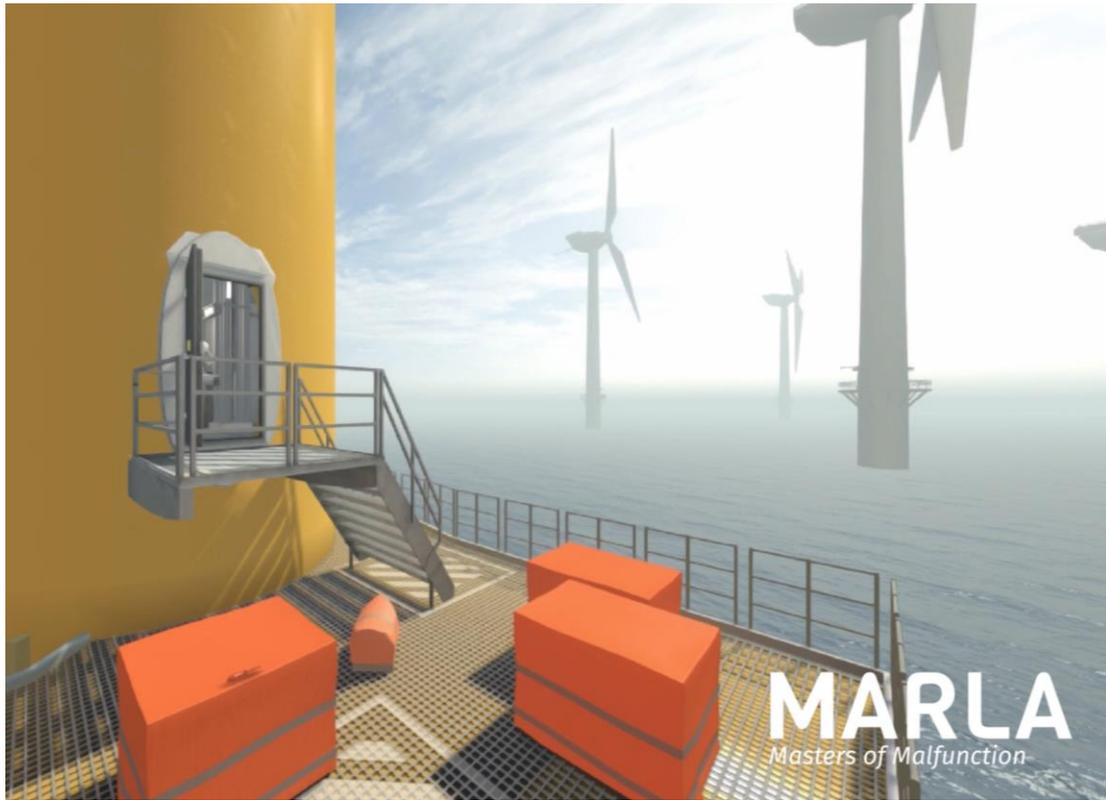
Wissen über Windenergietechnik

- Aufbau und Funktionsweise einer Windkraftanlage
- Fakten, Zahlen, Richtwerte zur Offshore-Energieerzeugung

VR Game MARLA

- Die Auszubildenden erhalten den Auftrag eine Windkraftanlage wieder in Stand zu setzen, welche eine Fehlermeldung ausgegeben hat.
- Der Tag startet mit einem Briefing an Land. Anschließend geht es mit dem Schiff raus aufs Meer.
- Auf der Anlage angekommen werden sie bei der Fehlerdiagnose von einem pädagogischen Agenten angeleitet, der sie anhand von 8 Schritten in das systematische Vorgehen bei der Fehlerdiagnose einführt und diese gemeinsam mit Ihnen durchläuft.
- In der Anwendung werden Lerninhalte aus dem Bereich Hydraulik, Elektronik, Sensorik und Steuerung thematisiert.









#3

Ziel erreicht?

Erste Forschungsergebnisse

- Studie zum Bedarf von Lehrkräften und Auszubildenden (n=29) beim Trainieren der Fehlerdiagnosekompetenz bestätigte, die in der Literatur diskutierten Defizite: das Fehlen didaktischer Konzepte und ein defizitäres systematisches Vorgehen der Fehleranalyse durch Auszubildende (Matthes et al., 2021).
- Studie zum Vorwissen bezgl. Windkraftanlagen und Fehlerdiagnose mit Auszubildenden (n=58). Für die Mehrheit der Befragten gehörte die Fehlerdiagnose zu den regelmäßigen Tätigkeiten in ihren Betrieben (29.8% betreiben täglich Fehlerdiagnose, weitere 34% ein- bis zwei-mal pro Woche). Es fehlt jedoch strategisches Wissen zur Vorgehensweise bei der systematischen Fehlersuche insgesamt sowie systemisches Verständnis für eine Windkraftanlage (Kapp et al., 2021).
- Weitere Evaluation in Planung: Studie zur Förderung der Fehlerdiagnosekompetenz; Studie zur Förderung des Wissenserwerbs zum Thema Windenergietechnik

Diskussion & Fazit

- In den Serious Games *Serena Supergreen* und *Marla* wurden konkrete technische Aufgaben aus der gewerblich-technischen Beruflichen Bildung mit dem Themenfeld Erneuerbare Energien verknüpft.
- Es wurden Lernziele im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung formuliert, in Aufgaben übertragen und überprüfbar gemacht (Fähigkeitsselbstkonzept, Fehlerdiagnosekompetenz, Wissenserwerb).
- Es wurden verschiedene Ziele für eine nachhaltige Entwicklung miteinander in Verbindung gebracht (wie z.B. Geschlechtergerechtigkeit und das Themenfeld Erneuerbare Energien).
- Aufbereitung komplexen Wissens über Erneuerbare Energien für eine Zielgruppe mit relativ wenig Vorwissen und Erfahrung; Förderung des Verständnisses und der Relevanz einer nachhaltigen Energieversorgung.
- Serious Games als geeignete Methode für die berufliche Bildung für eine nachhaltige Entwicklung, um berufliche Kompetenzen um Nachhaltigkeitsaspekte zu erweitern.



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**



**Handwerkskammer
Koblenz**



BILDUNGSZENTRUM DER HANDWERKSKAMMER



**WILA
Bonn**

Vielen Dank!

Weitere Informationen unter
<https://marla.tech>

und

<https://serenasupergreen.de>



**Technische
Universität
Berlin**

Fragen?



References

Bundesinstitut für Berufsbildung (2021). Nachhaltigkeit in der Berufsbildung. Retrieved from <https://www.bibb.de/de/709.php>

Brundiers, K., Barth, M., Cebrián, G., Cohen, M., Diaz, L., Doucette-Remington, S., . . . Zint, M. (2021). Key competencies in sustainability in higher education—toward an agreed-upon reference framework. *Sustainability Science*, *16*(1), 13–29. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2>

Braghirolli, L. F., Ribeiro, J. L. D., Weise, A. D., & Pizzolato, M. (2016). Benefits of educational games as an introductory activity in industrial engineering education. *Computers in Human Behavior*, *58*, 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.063>

Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, *59*(2), 661–686. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>

Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W., & Wiemeyer, J. (Eds.) (2016). *Serious games: Foundations, concepts and practice*. Switzerland: Springer.

Janakiraman, S., Watson, S. L., & Watson, W. R. (2018). Using Game-based Learning to Facilitate Attitude Change for Environmental Sustainability. *Journal of Education for Sustainable Development*, *12*(2), 176–185. <https://doi.org/10.1177/0973408218783286>

Jorgenson, S. N., Stephens, J. C., & White, B. (2019). Environmental education in transition: A critical review of recent research on climate change and energy education. *The Journal of Environmental Education*, *50*(3), 160–171. <https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1604478>

Kapp, F., Spangenberg, P., Kruse, L., & Narciss, S. (2019). Investigating changes in self-evaluation of technical competences in the serious game Serena Supergreen: Findings, challenges and lessons learned. *Metacognition and Learning*, *14*(3), 387–411. <https://doi.org/10.1007/s11409-019-09209-4>

Kapp, F., Matthes, N., Niebling, M., & Spangenberg, P. (2021). MARLA: Fehlerdiagnosekompetenz mit Virtual Reality trainieren. In *Arbeit HUMAINE gestalten: Dokumentation des 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongresses*. Dortmund: GfA-Press.

Kuhlmeier, W., & Vollmer, T. (2018). Ansatz einer Didaktik der Beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung. In T. Tramm, M. Casper, & T. Schlömer (Eds.), *Didaktik der beruflichen Bildung - Selbstverständnis, Zukunftsperspektiven und Innovationsschwerpunkte* (pp. 131–151). Bielefeld.

Matthes, N., Schmidt, K., Kybart, M., & Spangenberg, P. (2021). Trainieren der Fehlerdiagnosekompetenz in der Ausbildung. Qualitative Studie mit Lehrenden im Bereich Metall- und Elektrotechnik. *Journal of Technical Education (JOTED)*, *9*(1), 31–53. <https://doi.org/10.48513/joted.v9i1.222>

Morganti, L., Pallavicini, F., Cadel, E., Candelieri, A., Archetti, F., & Mantovani, F. (2017). Gaming for Earth: Serious games and gamification to engage consumers in pro-environmental behaviours for energy efficiency. *Energy Research & Social Science*, *29*, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.05.001>

Rieckmann, M. (2020). Bildung für nachhaltige Entwicklung im Kontext der Sustainable Development Goals. In H. Kminek, F. Bank, & L. Fuchs (Eds.), *Frankfurter Beiträge zur Erziehungswissenschaft. Kontroverses Miteinander: Interdisziplinäre und kontroverse Positionen zur Bildung für eine nachhaltige Entwicklung* (pp. 57–85). Frankfurt am Main: Johann W. Goethe Universität - Dekanat.

Redman, A., Wiek, A., & Barth, M. (2021). Current practice of assessing students' sustainability competencies: a review of tools. *Sustainability Science*, *16*(1), 117–135. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00855-1>.

Schlicht, J., & Moschner, U. (2018). Kommunizieren und kooperieren, um erneuerbare Energien zu nutzen.: Befunde und Perspektiven für eine berufliche Bildung für Nachhaltigkeit. In J. Schlicht & U. Moschner (Eds.), *Berufliche Bildung an der Grenze zwischen Wirtschaft und Pädagogik* (pp. 91–113). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Singer-Brodowski, M. (2016). Transformative Bildung durch transformatives Lernen. Zur Notwendigkeit der erziehungswissenschaftlichen Fundierung einer neuen Idee. *Zeitschrift Für Internationale Bildungsforschung Und Entwicklungspädagogik*, *39*(1), 13–17.

Spangenberg, P., Matthes, N., Kruse, L., Draeger, I., Narciss, S., & Kapp, F. (2021). Experiences with a Serious Game Introducing Basic Knowledge About Renewable Energy Technologies: A Practical Implementation in a German Secondary School. *Journal of Education for Sustainable Development*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/0973408220981445>

Tikly, L.; Batra, P.; Duporge, V.; Facer, K.; Herring, E.; Lotz-Sisitka, H. et al. (2020): Transforming Education for Sustainable Development: Foundations Paper (extended background paper for consultation). Zenodo.

Wiek, Arnim; Withycombe, Lauren; Redman, Charles L. (2011): Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. In: *Sustain Sci* 6 (2), S. 203–218. DOI: 10.1007/s11625-011-0132-6.

Wiek, A., Bernstein, M. J., Foley, R. W., Cohen, M., Forrest, N., Kuzdas, C., . . . Keeler, L. W. (2016). Operationalising Competencies in Higher Education for Sustainable Development. In M. Barth, G. Michelsen, M. Rieckmann, & I. Thomas (Eds.), *Routledge international handbooks. Handbook of higher education for sustainable development* (pp. 241–260). London, New York, London, New York: Routledge; Earthscan from Routledge.

Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, Erik D. (2013). A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effects of Serious Games. *Journal of Educational Psychology*, *105*(2), 249–265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>

Wouters, P., & van Oostendorp, H. (Eds.) (2017). *Advances in Game-Based Learning. Techniques to improve the effectiveness of serious games*. [Cham], Switzerland: Springer.

Wu, Jason S.; Lee, Joey J. (2015): Climate change games as tools for education and engagement. In: *Nature Clim Change* 5 (5), S. 413–418. DOI: 10.1038/NCLIMATE2566.