

# DIGITAL PSYCHOLOGY

Volume 3 Issue 2/22

**Editors-in-Chief:**  
Anna Felnhöfer & Oswald D. Kothgassner

**Associate Editors:**  
Thomas Probst & Michael Zeiler



## Virtual Reality—All about Immersion?

Anna Felnhöfer & Oswald D. Kothgassner  
**Presence and Immersion: A Tale of Two Cities**

Thiemo Knaust, Anna Felnhöfer, Oswald D. Kothgassner,  
Helge Hollmer, Robert Gorzka & Holger Schulz  
**Die räumliche Präsenz mediert den Einfluss von Immersivität auf Entspannung: Eine Sekundäranalyse**

Ingrid Wahl, Stefanie Kuso & Barbara Wimmer  
**An Assessment of Learners' Needs Regarding Learning Videos and Immersive Learning Environments**



facultas



# Editorial

## The Tower of Babel: Virtual Reality Revisited

Anna Felnhöfer<sup>1</sup> & Oswald D. Kothgassner<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Pediatrics and Adolescent Medicine, Division of Pediatric Pulmonology, Allergology and Endocrinology, Medical University of Vienna, Austria

<sup>2</sup> Department of Child and Adolescent Psychiatry, Medical University of Vienna, Austria

DOI 10.24989/dp.v3i2.2181

Over the last decade, virtual reality (VR) has become virtually ubiquitous in our lives. The first versions of what we today call VR technologies emerged in the mid 1960ies and sparked attention when Ivan Sutherland (1965) published his seminal work ‘The Ultimate Display’. He was also the first to use a head mounted display (HMD), which, unlike its modern descendants, had to be hanged from the ceiling due to its weight and was therefore cheekily called the *Sword of Damocles*. Since then, technologies have undoubtedly evolved to be more sophisticated, more comfortable, and – since the introduction of the *Oculus Rift* in 2016 – more affordable. Accordingly, interest in VR has increased, and the publications on VR have skyrocketed (see Cipresso et al., 2018).

The intensified focus on VR and its expansion from the field of computer science to education, medicine, psychology etc., has not only brought more knowledge with it, but arguably also more questions. Just as the various types of VR technologies have grown, so have the designations. ‘Virtual Reality’ now seems to constitute a catch-all term for a variety of software and hardware systems, including not only computer games on the smartphone or interactive multi-user environments presented on a 2D-desktop monitor, but also 3D-virtual worlds delivered via HMDs, *Cave Automatic Virtual Environments* (CAVEs) and complex multisensory training-simulations (e.g., Di Natale et al., 2020). This babel of taxonomies calls for taking a step back and for re-evaluating the foundations of the term “virtual reality”.

On the one hand, VR may be conceptualized from a techno-centric perspective. This approach categorizes technologies according to their level of immersiveness (see Slater, 2018). Immersiveness means the degree to which the technology perceptually surrounds the user (e.g., by covering the field of view) and immerses him/her in the virtual environment (for a categorization of VR technologies according to their level of immersiveness see Di Natale et al., 2020). Some researchers argue that a “key feature of virtual reality is immersion” (Steffen et al., 2019, p. 687). As such, the term VR embraces technologies like HMDs, but excludes 2D-monitors (e.g., Girvan, 2018).

On the other hand, VR may be understood from a user perspective. One of the first definitions of VR entails an exclusively human point of view, stating that VR is “a real or simulated environment in which a perceiver experiences telepresence” (Steuer, 1992). This definition covers all technologies as long as they are capable of eliciting a sense of presence (Ijsselstein, 2004). This may include all kinds of computer-generated worlds which provide a certain level of interactivity (e.g., multi-user environments, learning platforms) but which are not necessarily immersive in the above-mentioned sense.

What adds even more to the complexity of defining VR is the advent of augmented reality (AR). AR means superimposing or overlaying digital stimuli on the physical environment. As such it is regarded a variant of VR by some researchers. Others, however, see it as a unique form of blurring the boundaries between what is ‘real’ and what is ‘virtual’ (see Kardong-Edgren et al., 2019). Moreover, the term mixed reality (MR) is used to describe a hybrid between VR and AR. And finally, the rather

## Table of Contents

- 1 Editorial**
- 3 Presence and Immersion: A Tale of Two Cities**  
Anna Felnhöfer & Oswald D. Kothgassner
- 7 Die räumliche Präsenz mediiert den Einfluss von Immersivität auf Entspannung: Eine Sekundäranalyse**  
Thiemo Knaust, Anna Felnhöfer, Oswald D. Kothgassner, Helge Hollmer, Robert Gorzka & Holger Schulz
- 27 An Assessment of Learners’ Needs Regarding Learning Videos and Immersive Learning Environments**  
Ingrid Wahl, Stefanie Kuso & Barbara Wimmer

newly introduced concept of extended reality (XR) is an umbrella term for all, VR, AR, and MR (Stanney et al., 2021).

What may help in shedding light on these different categories of technologies is the *virtuality continuum*. It was introduced by Milgram and Kishino in 1994 and has since then been updated and adapted by Skarbez and colleagues (2021). According to it, the real environment is at one extreme of the continuum, whereas the fully immersive virtual environment is at the other. In between lie technologies like Augmented Reality (AR) and Mixed Reality (MR).

Overall, to date no standardized definition of VR has been found. Researchers may therefore choose to categorize a technology as “virtual reality” based either on its level of system immersiveness, or on the extent to which it is able to elicit user presence. Yet, laying out the chosen definition and operationalization in every study manuscript, and supporting it by theoretical frameworks should be a matter of course.

In this issue, three papers deal with ‘virtual reality’ in one way or another: Based on focus group interviews, Wahl et al. (p. 27) discuss design principles and provide recommendations for the use of immersive learning environments (AR and VR). Knaust et al. (p. 7), in turn, explore whether the immersiveness of a VR technology has an effect on relaxation, and whether this effect is mediated by spatial presence. Finally, the letter by Felnhofer and Kothgassner (p. 3) comments on the terminological misconceptions surrounding the concepts of immersion and the sense of presence.

And while VR technology continues to evolve and with it the ways to categorize it, we shall keep in mind that reality – and hence, virtuality – cannot be understood without the people and the peculiarities of their perceptual systems. Wijnand IJsselsteijn (2002) eloquently puts this notion in a nutshell, by stating that “[...] all reality is virtual. [...] Reality is not “out there”, it is what we take to be “out there” (p. 245).

Anna Felnhofer & Oswald D. Kothgassner  
Editors-in-Chief

## References

- Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A., & Riva, G. (2018). The past, present, and future of virtual and augmented reality research: a network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in psychology*, 2086.
- Di Natale, A. F., Repetto, C., Riva, G., & Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2006–2033.
- Girvan, C. (2018). What is a virtual world? Definition and classification. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1087–1100.
- IJsselsteijn, W. (2002). Elements of a multi-level theory of presence: Phenomenology, mental processing and neural correlates. *Proceedings of PRESENCE*, 2002, 245–259.
- IJsselsteijn, W. A. (2004). *Presence in depth*. Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands.
- Kardong-Edgren, S. S., Farra, S. L., Alinier, G., & Young, H. M. (2019). A call to unify definitions of virtual reality. *Clinical Simulation in Nursing*, 31, 28–34.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321–1329.
- Skarbez, R., Smith, M., & Whitton, M. C. (2021). Revisiting milgram and kishino’s reality-virtuality continuum. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 647997.
- Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British Journal of Psychology*, 109(3), 431–433.
- Stanney, K. M., Nye, H., Haddad, S., Hale, K. S., Padron, C. K., & Cohn, J. V. (2021). eXtended reality (XR) environments. *Handbook of human factors and ergonomics*, 782–815.
- Steffen, J. H., Gaskin, J. E., Meservy, T. O., Jenkins, J. L., & Wolman, I. (2019). Framework of affordances for virtual reality and augmented reality. *Journal of Management Information Systems*, 36(3), 683–729.
- Steuer, J. (1992). Defining virtual reality, dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93.
- Sutherland I.E (1965) The Ultimate Display, Proceedings of the IFIPS Conference, 2, 506–508.

## Conflict of interest

The Editors-in-Chief declare no conflict of interest.

# Presence and Immersion: A Tale of Two Cities

Anna Felnhöfer<sup>1\*</sup> & Oswald D. Kothgassner<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Pediatrics and Adolescent Medicine, Division of Pediatric Pulmonology, Allergology and Endocrinology, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

<sup>2</sup> Department of Child and Adolescent Psychiatry, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

## Highlights:

- 1) the „sense of presence“ and „immersion“ are logically distinct but related concepts which to date have often been confused and used synonymously
- 2) „immersion“ may be conceptualized as an objective property of technology or the extent to which a user feels immersed
- 3) „presence“, in turn, is a perceptual illusion in which the user has the impression of „being there“ in the virtual environment
- 4) for a better terminological stringency, we suggest using the term „immersiveness“ to describe the technology and „immersion“ to indicate the level to which a user feels immersed
- 5) also, we suggest conceptualizing presence as a consequence of immersive technology which is mediated by user factors (demographics, attention, motion sickness etc.)

**Keywords:** sense of presence, immersion, virtual reality, head mounted displays, user factors

Letter History

Received 29 September

Revised 24 October

Accepted 25 October

DOI 10.24989/dp.v3i2.2180

## 1 Introduction

Much has been written about virtual reality (VR) since its advent in the second half of the twentieth century. And even more debate has evolved around the cornerstones of human experience in virtual worlds. In particular, two constructs have been – and are to this date (e.g., Evans, & Rzeszewski, 2020) – at the forefront of scientific deliberation in the field of VR: the sense of presence and immersion.

Seemingly a myriad of – at times conflicting – definitions exist, which are meant to outline presence. Four decades after Marvin Minsky first coined the term telepresence and laid the basis for presence research (Minsky, 1980), the scientific community has not arrived at an agreed upon standardized conceptualization of presence yet. This uncertainty is best reflected in the various designations used for presence, such as: “feeling”, “illusion”, “sense”, and “subjective experience”, to name a few (see Lombard et al., 2015). Despite this terminological confusion, researchers, designers, and programmers agree that achieving high levels of presence should constitute a key goal when designing virtual environments (see Cummings & Bailenson, 2016). And indeed, data suggests that presence is associated with more enjoyment (Shafer et al., 2019), better learning (Makransky, & Petersen, 2021) and increased effectiveness of VR therapy (e.g., Bouchard et al., 2006; Gromer et al., 2019).

Similar to the sense of presence, the definition of immersion also lacks clarity and standardization. Among others, the terms

“immersiveness”, “immersibility”, “immersion ability”, “immersive quality of technology”, “technological immersion” and “user immersion” are used to refer to various aspects of the technology or user experiences. Accordingly, some researchers (e.g., Slater, 2018) argue that “immersion” is simply an objective property of a technology, whereas others (e.g., Witmer & Singer, 1998) conceptualize “immersion” primarily as a user experience (i.e., the extent to which the user feels immersed), or as a personal trait (i.e., the user’s ability to become immersed).

All in all, it remains undisputed that, if this field of research is to proceed to the next level, a comprehensive, precise and unambiguous taxonomy is needed. Much of the difficulty of gaining a full understanding of VR technologies and their effects on human experiences is due to the confusion of terms. This commentary – while not providing a comprehensive review of literature – is an attempt at briefly staking out the field and providing some guidance to those working with VR.

## 2 Distinguishing between presence and immersion

One of the first – if not the first – researchers to point out the blurred and at times overlapping definitions between the concepts of presence and immersion, was Mel Slater (1999, 2003). As early as 1999, he noted that the operationalization of presence and immersion presented by Witmer’s and Singer’s (1998) questi-

onnaires did not provide a clear enough distinction between the two. In fact, within the literature – to this date – the terms presence and immersion are employed in quite a confusing variety of ways, i.e., as synonyms (e.g., McGloin et al., 2013), or as one being simply a subcomponent of the other (e.g., Witmer & Singer, 1998). When looking more closely at the conceptualizations in literature, one may understand why this confusion comes about.

For instance, immersion was defined by Bob Witmer and Michael Singer (1998) as “a psychological state characterized by perceiving oneself to be enveloped by, included in, and interacting with an environment that provides a continuous stream of stimuli and experiences” (p. 227). As such, immersion is a human response, or, to be more precise, the extent to which the user focuses his/her attention on the VR environment. In this regard, immersion equates to user involvement. Accordingly, the seminal *Immersive Tendency Questionnaire (ITQ)* by Witmer and Singer (1998) provides a measure of individual differences of the propensity to become immersed or involved.

An opposing approach is introduced by Mel Slater (1999, 2003, 2018) who conceptualizes immersion as an objective property of technology. A system is regarded as high in immersion if it delivers a surrounding virtual environment with a wide field of view (360°), shuts out sensations from the physical world by covering the entire visual field (i.e., in form of a head mounted display, HMD), has high resolution and accommodates a variety of interactive sensory modalities such as haptic feedback, real-time motion capture and stereo audio (Slater, 1999, 2018). Following this classification, a HMD delivered virtual world is considered more immersive than a cave automatic virtual environment (CAVE), and a CAVE, in turn, is more immersive than a desktop monitor.

Presence, in this context, is understood as a human reaction to an immersive system (Slater, 2003). Interestingly, this view is shared by Slater and Witmer/Singer, in that they both understand presence as a reaction to technology, and – more precisely – a perceptual illusion, within which the virtual world becomes the dominant one for the user. The user has a “sense of being there” in the virtual environment (International Society for Presence Research, 2000) even though he/she is physically located in another one (i.e., the lab). In line with this, most current presence questionnaires are based on or include this factor (e.g., *Igroup Presence Questionnaire, IPQ*, Schubert et al., 2001).

Although the user has the impression of being in another place, he/she knows that he/she is not factually “in” it. The user remains conscious that he/she is actually in the lab. Hence, it is safe to say that presence is not a cognitive illusion (Slater, 2018). Rather, it is an inherently perceptual one or, more precisely, a “perceptual illusion of non-mediation” (Lombard & Ditton, 1997). A user fails to perceive the role of a device (e.g., HMD) in the delivery of the technologically mediated experience and consequently reacts to virtual stimuli as if they were real, notwithstanding that he/she knows that in fact they are not. The user reacts unconsciously and automatically to a potential threat in VR (e.g., a virtual spider, darkness, heights), whereas the cognitive evaluation of the stimulus (“it was not real”) follows with some delay (Slater, 2018).

### 3 Presence as a consequence of immersion

In line with this reasoning, presence is understood as a consequence of the immersive quality of a technology. The assumption is that if a given technology is less immersive (e.g., a computer screen) levels of presence will be lower than, for instance, in a HMD-delivered environment.

A meta-analysis (Cummings & Bailenson, 2016) aggregating 83 studies provides support for this hypothesis. The authors found a medium-sized effect of technological immersion on presence experiences. Particularly, the implementation of sophisticated user-tracking, as well as the use of stereoscopic vision and wider fields of view have a significant impact, whereas changes to the quality of content, both visual and auditory, did not make any difference in presence levels. While this work provides guidance for VR programmers and designers who wish to maximize presence experiences, it does not take into account a potentially crucial factor – individual differences in presence. This pertains – on the one hand – to the individual predisposition to experience presence and – on the other hand – to differences in factually experienced presence.

Users may experience different levels of presence within the same VR system, and, vice versa, different technologies with differing levels of immersion may induce the same presence experiences in different users (Salter, 2003). Varying presence levels within the same VR system have been reported in numerous studies (see IJsselsteijn, 2004), adding – on the one hand – sustenance to the assumption that presence is not a completely deterministic function of system immersion, and – on the other hand – prompting researchers to investigate specific psychological factors.

Demographic factors (gender, age; e.g., Felnhofer et al., 2012, 2014) as well as user’s perceptual, motor and cognitive abilities (visual acuity, susceptibility to motion sickness, attentional abilities; e.g., Coxon et al., 2016; Iachini et al., 2019) have been considered. However, studies have yet to reach a definite conclusion about their specific impact on presence experiences.

Another psychological factor which may also be of relevance, is the so called “suspension of disbelief” (Slater & Usoh, 1994). This describes the users’ propensity of suspending their belief that they are “located in a world other than the physical one” (p. 134). It seems closely related to what has been coined the “book problem” (Biocca, 2003). The book problem pertains to the observation that people can also experience presence with low immersive media such as books, TV-shows or films. Most likely, constructive cognitive processes shape this phenomenon and may explain why some users experience high levels of presence in low immersive VR, whereas others do not. However, the book phenomenon has also been contested by researchers (Waterworth & Waterworth, 2003), who assume that it is more about the emotional engagement of a reader/ a spectator. They argue, that people are so emotionally with the narrative or plot that they feel *as if* they were present.

## 4 Conclusion and recommendations for future research

First and foremost, we agree with Mel Slater that the specific features of VR technology are an essential factor in the equation of human VR experiences. Also, it is evident that the technology – or rather, its components – can be classified objectively according to their capability of inducing immersion. However, to avoid confusion, we suggest using the term “immersiveness” instead of “immersion”. “Immersiveness” means the degree of being immersive and may serve as a denomination of a technology’s feature. “Immersion”, in turn, rather means the state of being immersed as a user, and hence, is confounded by what we traditio-

nally understand under the term “sense of presence”, i.e., being “in” an environment.

Furthermore, we agree that presence is a perceptual illusion which is determined – on the one hand – by the technological makeup of the virtual environment. On the other hand, the link between the system immersiveness and presence is arguably influenced by user factors. These factors include state psychological variables (experience of motion sickness, changing levels of attention, emotional engagement etc.) and trait variables (demographic factors, cognitive abilities, the propensity of suspending disbelief etc.). For a schematic illustration of these relations, see Figure 1.

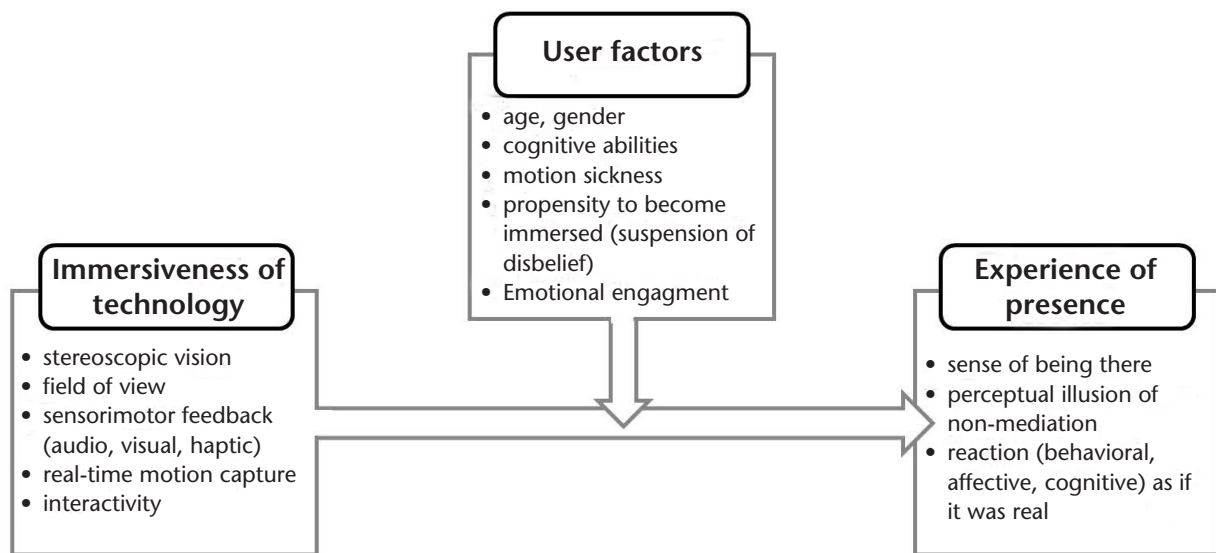


Figure 1. Assumed relationships between technology immersiveness, user factors and presence

To enhance stringency and cross-study-comparability, future papers should adopt a unified terminology and clearly define and describe the adopted operationalizations. Research designs should address the moderating influence of user factors on the link between the immersiveness of technology and presence. Particularly, the question of which perceptual and cognitive functions cause some people to experience high levels of presence and prevent others from doing so. Here, existing models of presence (see *Process Model of Presence Formation* by Wirth et al., 2007) and comprehensive frameworks for immersive technology use (e.g., Suh & Prophet, 2018) are certainly of use.

Finally, of course, measuring the sense of presence in a valid and reliable fashion is still an unresolved issue. Unlike immersive technologies, which may be assessed objectively based on their level of immersiveness (e.g., proposed categorization by Di Natale et al., 2020), measuring presence remains a challenge. Mostly, self-report questionnaires are used post VR-exposure, which are prone to subjective biases (recall-bias etc., see Lombard et al., 2015). Although physiological (e.g., heart rate, skin conductance level, see Felnhofer et al., 2014) and behavioral

parameters (e.g., startle reflexes, proxemics, postural responses, see IJsselstein, 2004) have been used as indicators for presence, their utility remains questionable (see review by Grassini & Laumann, 2020). In sum, a lot remains to be discovered in the field of VR. As technology continues to evolve, we will certainly not cease to remain curious about the ever-changing possibilities of designing highly engaging, involving, inspiring and true-to-life experiences in all kinds of virtual worlds.

## 5 References

Biocca, F. (2003). Can we resolve the book, the physical reality, and the dream state problems? From the two-pole to a three-pole model of shifts in presence. In *EU Future and Emerging Technologies, Presence Initiative Meeting* (Vol. 12, pp. 13–69).

Bouchard, S., Côté, S., St-Jacques, J., Robillard, G., & Renaud, P. (2006). Effectiveness of virtual reality exposure in the treatment of arachnophobia using 3D games. *Technology and Health Care, 14*(1), 19–27.

- Coxon, M., Kelly, N., & Page, S. (2016). Individual differences in virtual reality: Are spatial presence and spatial ability linked?. *Virtual Reality, 20*(4), 203–212.
- Cummings, J. J., & Bailenson, J. N. (2016). How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media psychology, 19*(2), 272–309.
- Di Natale, A. F., Repetto, C., Riva, G., & Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology, 51*(6), 2006–2033.
- Evans, L., & Rzeszewski, M. (2020). Hermeneutic relations in VR: Immersion, embodiment, presence and HCI in VR gaming. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 23–38). Springer, Cham.
- Felnhofer, A., Kothgassner, O. D., Beutl, L., Hlavacs, H., & Kryspin-Exner, I. (2012). Is virtual reality made for men only? Exploring gender differences in the sense of presence. *Proceedings of the International Society on presence research, 103–112*.
- Felnhofer, A., Kothgassner, O. D., Hauk, N., Beutl, L., Hlavacs, H., & Kryspin-Exner, I. (2014). Physical and social presence in collaborative virtual environments: Exploring age and gender differences with respect to empathy. *Computers in Human Behavior, 31*, 272–279.
- Felnhofer, A., Kothgassner, O. D., Hetterle, T., Beutl, L., Hlavacs, H., & Kryspin-Exner, I. (2014). Afraid to be there? Evaluating the relation between presence, self-reported anxiety, and heart rate in a virtual public speaking task. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 17*(5), 310–316.
- Grassini, S., & Laumann, K. (2020). Questionnaire measures and physiological correlates of presence: A systematic review. *Frontiers in psychology, 11*, 349.
- Gromer, D., Reinke, M., Christner, I., & Pauli, P. (2019). Causal interactive links between presence and fear in virtual reality height exposure. *Frontiers in psychology, 10*, 141.
- Iachini, T., Maffei, L., Masullo, M., Senese, V. P., Rapuano, M., Pascale, A., ... & Ruggiero, G. (2019). The experience of virtual reality: are individual differences in mental imagery associated with sense of presence?. *Cognitive processing, 20*(3), 291–298.
- Ijsselstein, W. A. (2004). Presence in depth. *Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands*.
- International Society for Presence Research. (2000). *The Concept of Presence: Explication Statement*. Retrieved 28.09.2022 from <https://ispr.info/about-presence-2/about-presence/>
- Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of Computer-Mediated Communication, 3*(2), 0–0.
- Lombard, M., Biocca, F., Freeman, J., Ijsselstein, W., & Schaevitz, R. J. (Eds.). (2015). *Immersed in media: Telepresence theory, measurement & technology*. Cham: Springer.
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational Psychology Review, 33*(3), 937–958.
- McGloin, R., Farrar, K., & Krmar, M. (2013). Video games, immersion, and cognitive aggression: Does the controller matter? *Media Psychology, 16*, 65–87.
- Minsky, M. (1980). *Telepresence*. Omni, pp. 45–51.
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 10*(3), 266–281.
- Shafer, D. M., Carbonara, C. P., & Korpi, M. F. (2019). Factors affecting enjoyment of virtual reality games: a comparison involving consumer-grade virtual reality technology. *Games for health journal, 8*(1), 15–23.
- Slater, M. (1999). Measuring presence: A response to the Witmer and Singer presence questionnaire. *Presence: teleoperators and virtual environments, 8*(5), 560–565.
- Slater, M. (2003). A note on presence terminology. *Presence connect, 3*(3), 1–5.
- Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British Journal of Psychology, 109*(3), 431–433.
- Slater, M., Usoh, M., & Steed, A. (1994). Depth of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 3*(2), 130–144.
- Suh, A., & Prophet, J. (2018). The state of immersive technology research: A literature analysis. *Computers in Human Behavior, 86*, 77–90.
- Waterworth, J. A., & Waterworth, E. (2003). The core of presence: Presence as perceptual illusion. *Presence connect, 3*(3), 1–11.
- Wirth, W., Hartmann, T., Böcking, S., Vorderer, P., Klimmt, C., Schramm, H., ... & Jäncke, P. (2007). A process model of the formation of spatial presence experiences. *Media psychology, 9*(3), 493–525.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence, 7*(3), 225–240.

## Contact information

Anna Felnhofer: [anna.felnhofer@meduniwien.ac.at](mailto:anna.felnhofer@meduniwien.ac.at)

(ORCID: 0000-0002-0081-7489)

Oswald D. Kothgassner: [oswald.kothgassner@meduniwien.ac.at](mailto:oswald.kothgassner@meduniwien.ac.at)

(ORCID: 0000-0002-3243-0238)

## \*Corresponding author

Anna Felnhofer, Department of Pediatrics and Adolescent Medicine, Division of Pediatric Pulmonology, Allergology and Endocrinology Medical University of Vienna, Waehringer Guertel 18–20, 1090 Vienna, Austria, T: +43-(0)1-40400-32720, e-mail: [anna.felnhofer@meduniwien.ac.at](mailto:anna.felnhofer@meduniwien.ac.at)

## Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

## Funding

No funds, grants or other support was received for conducting this research.

# Die räumliche Präsenz mediiert den Einfluss von Immersivität auf Entspannung: Eine Sekundäranalyse

Thiemo Knaust<sup>1\*</sup>, Anna Felnhofer<sup>2</sup>, Oswald Kothgassner<sup>3</sup>, Helge Höllmer<sup>1</sup>, Robert Gorzka<sup>4</sup> & Holger Schulz<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Zentrum für Seelische Gesundheit, Bundeswehrkrankenhaus Hamburg, Hamburg, Deutschland

<sup>2</sup> Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde, Abteilung für Pädiatrische Pulmologie, Allergologie und Endokrinologie, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

<sup>3</sup> Universitätsklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

<sup>4</sup> Abteilung für Truppen- und Einsatzpsychologie, Kommando Feldjäger der Bundeswehr, Hannover, Deutschland

<sup>5</sup> Zentrum für Psychosoziale Medizin, Institut und Poliklinik für Medizinische Psychologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

## Abstract

**Hintergrund:** Virtuelle Entspannungsinterventionen, wie 360°Naturvideos, gewinnen zunehmend an Bedeutung. Während der bisherige Fokus auf der Wirksamkeit von 360°Naturvideos lag, haben nur wenige Studien die zugrundeliegenden Wirkfaktoren untersucht.

**Ziel:** Diese Sekundäranalyse überprüft explorativ, ob die räumliche Präsenz den Einfluss einer 360°Strandaufnahme, welche mit unterschiedlich immersiver Hardware präsentiert wird, auf die selbstberichtete und psychophysiologische Entspannung (Hautleitfähigkeit und Herzrate) mediiert. Anschließend wurde untersucht, ob dieser Mediationseffekt durch das Alter, Geschlecht oder die Technologieängstlichkeit der Teilnehmer beeinflusst wird.

**Methode:** Insgesamt nahmen 102 Erwachsene (40.2% weiblich) an einem randomisiert kontrollierten Innersubjektexperiment teil. Alle Teilnehmer durchliefen drei Erholungsbedingungen, in denen sie eine monoskopische 360°Strandaufnahme über ein head-mounted display (HMD) und einen Computerbildschirm sahen und eine Kontrollbedingung ohne Strandvideo durchliefen. Vor der jeweiligen Erholungsbedingung wurden, um das physiologische Aktivierungsniveau zu erhöhen, den Teilnehmern Kopfrechenaufgaben gestellt.

**Ergebnisse:** Die Multilevel Mediationsanalyse ergab, dass die Strandaufnahme via HMD als signifikant entspannender erlebt wurde als über den Computerbildschirm. Dieser Unterschied wurde durch die räumliche Präsenz mediiert. Weiterführende Analysen zeigten, dass dieser Mediationseffekt nicht durch das Alter, Geschlecht oder die Technologieängstlichkeit der Teilnehmer beeinflusst wurde. Entgegen den Erwartungen wurden keine Unterschiede in der Hautleitfähigkeit und Herzrate zwischen den Bedingungen festgestellt.

**Zusammenfassung:** Diese explorative Sekundäranalyse fand erste Belege dafür, dass die räumliche Präsenz ein bedeutsamer Wirkfaktor für die selbstberichtete Entspannung einer monoskopischen 360°Strandaufnahme ist, welcher nicht durch das Alter, Geschlecht oder die Technologieängstlichkeit beeinflusst wird. Allerdings ist die Aussagekraft durch methodische Limitierungen und fehlende psychophysiologische Entspannungsunterschiede eingeschränkt. Entsprechend werden weiterführende Studien zu den Wirkfaktoren monoskopischer 360°Naturvideos benötigt.

**Keywords:** Monoskopische 360°Naturvideos, Immersive Naturumgebung, Virtuelle Entspannungsverfahren, Räumliche Präsenz, Psychophysiologie

Artikelhistorie

Eingereicht 6. Februar 2022

Überarbeitet 14. April 2022

Akzeptiert 6. Juli 2022

DOI 10.24989/dp.v2i2.2046

## 1 Einleitung

Virtual Reality (VR) wird als Methode für psychologische Interventionen bereits vielseitig eingesetzt und erforscht. Ein unter dem Gesichtspunkt der Entspannungsinduktion zunehmend erprobter Ansatz sind die Darbietungen virtueller Naturumgebungen (Browning et al., 2020; Frost et al., 2022). Aktuell werden

verschiedene Theorien zu einem integrativen Rahmenmodell für die Erklärung der Wirkungen virtueller Naturumgebungen zusammengefasst. Diese werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Neben der Stress Reduction Theory (SRT; Ulrich et al., 1991) und der Biophilie-Hypothese (Kellert & Wilson, 1995) ist eine der bekanntesten Theorien zu den Entspannungseffekten realer



Naturumgebungen die Attention Restoration Theory (ART; Kaplan, 1995); diese stellt zugleich auch den theoretischen Rahmen für die Erklärung virtueller Naturumgebungen dar (Browning et al., 2020; Yeo et al., 2020). Die ART beruht im Wesentlichen auf der Annahme der kognitiven Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsumlenkung (Kaplan, 1995). Demnach helfen Naturumgebungen dabei, die Aufmerksamkeit von einer stressbezogenen Situation auf etwas Neutrales oder positiv Erlebtes (z. B. die Naturumgebung) zu lenken, was wiederum als entspannend bzw. erholsam wahrgenommen wird (Kaplan, 1995; Frost et al., 2022). Die ART hat sich über die Zeit hinweg bewährt, gleichwohl sie teilweise kontrovers diskutiert wurde (Ohly et al., 2016). Dennoch stellt sie einen wichtigen nomologischen Eckpfeiler dar, um u. a. auch die Wirkweise virtueller Naturumgebungen zu erklären (Browning et al., 2020; Yeo et al., 2020).

Für die theoretische Wirksamkeitserklärung virtueller Naturumgebungen ist die räumliche Präsenz essenziell. Diese beschreibt im Allgemeinen den Eindruck des Rezipienten, sich tatsächlich an einem virtuellen Ort zu befinden (Hofer et al., 2020). Eine bekannte theoriegeleitete Konzeptionalisierung ist das Zwei-Ebenen-Modell der räumlichen Präsenz (Hartmann et al., 2016; Wirth et al., 2007). Laut diesem Modell wird durch die aufmerksame Verarbeitung des virtuellen Raumes ein räumliches Situationsmodell (*spatial situation model*, SSM; Rinck et al., 1996) erzeugt. Damit räumliche Präsenz beim Rezipienten entsteht, muss im zweiten Schritt das SSM als primärer Referenzrahmen festgelegt werden. Dies bedeutet, dass z. B. die virtuelle Umgebung – im Gegensatz zur physischen bzw. realen Umgebung (z. B. Labor) – die vorrangige Gültigkeit für aktuelle Wahrnehmungsprozesse besitzt (Hartmann et al., 2016). Der Referenzrahmen wird dabei aus der Ich-Perspektive entwickelt (*egocentric reference frame*; ERF; Carlson et al., 2010). Das Herausfordernde ist hierbei, dass mehrere ERFs in Konkurrenz zueinanderstehen, da es möglich ist, sich sowohl in der virtuellen als auch in der realen Umgebung anwesend zu fühlen. Bedeutsam ist, welcher dieser ERFs als primärer egozentrischer Referenzrahmen festgelegt wird (PERF). Nach Wirth et al. (2007) lässt sich dieser Prozess anhand der Hypothesentheorie der sozialen Wahrnehmung erklären. Demnach ist die Wahrnehmung kein direktes Abbild der Umwelt, sondern ein Abgleich zwischen Erwartungen (Hypothesen) über die Beschaffenheit und den eintreffenden Informationen der Umwelt (Hartmann et al., 2016). Je mehr Informationen nun über die virtuelle statt über die reale Umgebung vorhanden sind, desto wahrscheinlicher wird es, dass die virtuelle Umgebung als PERF akzeptiert wird und räumliche Präsenz erzeugt werden kann.

Die Prozesse des SSM und der PERF sind von mehreren Faktoren abhängig wie z. B. dem Immersionsgrad der Technologie. Immersivität ist eine technische Eigenschaft, welche sich aus dem Zusammenspiel zwischen Hard- und Software zusammensetzt und durch die Inclusiveness, Extensiveness, dem Surrounding und der Vividness systematisch beschrieben werden kann (Slater, 2003; Slater & Sanchez-Vives, 2016; Slater & Wilbur, 1997). Es gilt als relativ gesichert, dass der Immersionsgrad

der Technik positiv mit der Entstehung räumlicher Präsenz zusammenhängt (Cummings & Bailenson, 2016). Weshalb für die Wirksamkeitserklärung virtueller Naturumgebungen auch die Immersivität der Darbietungsart wichtig ist.

Eine Darbietungsart für virtuelle Naturumgebungen sind monoskopische 360°Naturvideos, welche über ein head-mounted display (HMD) präsentiert werden. Sie profitieren von fotorealistischen Aufnahmen, einer verhältnismäßig einfachen Bedienung und Postproduktion-Workflows, was in Kombination mit den relativ geringen Produktionskosten die massentaugliche Marktreife und zunehmende Popularität, speziell im Vergleich zu stereoskopischen oder computerprogrammierten 3D Naturumgebungen, erklären kann (Knaust et al., 2021). Deshalb konzentriert sich die vorliegende Studie im weiteren Verlauf auf monoskopische 360°Naturaufnahmen. Gleichwohl sie zunehmend populärer werden, schöpfen monoskopische 360°Naturaufnahmen die immersiven Funktionseigenschaften aktueller HMDs nicht vollumfänglich aus, da z. B. Stereoskopie fehlt und auch Interaktionsmöglichkeiten mit der virtuellen Naturumgebung reduziert sind (z. B. kann sich nicht frei in der virtuellen Naturumgebung bewegt oder Gegenstände gegriffen werden etc.). Aufgrund der immersionsreduzierenden Eigenschaften monoskopischer 360°Videos ist eine zentrale Frage, ob es einen bedeutsamen Unterschied macht, wenn diese mit einer immersiven Hardware, wie einem HMD, im Vergleich zu einer weniger immersiven Hardware, wie einem PC- oder TV-Bildschirm, dargeboten werden (Knaust et al., 2021; Yeo et al., 2020).

Für einen bedeutsamen Unterschied spricht z. B., dass der Grad der visuellen Inclusiveness stark zwischen HMDs und PC- oder TV-Bildschirmen variiert. Werden monoskopische 360°Naturvideos via HMDs präsentiert, erfolgt eine nahezu vollständige visuelle Substitution der realen Umgebung mit der virtuellen Naturumgebung, was mit einem normalen PC oder TV-Bildschirm nicht möglich ist. Hinzukommt die blickpunktabhängige Bildgenerierung aus der Ich-Perspektive, wenn das monoskopische 360°Video via HMD präsentiert wird.

Bezugnehmend auf das Zwei-Ebenen-Modell der räumlichen Präsenz (Wirth et al., 2007) kann speziell aus der Kombination der visuellen Inclusiveness und der blickpunktabhängigen Bildgenerierung aus der Ich-Perspektive eine höhere Wahrscheinlichkeit abgeleitet werden, dass das monoskopische 360°Naturvideo via HMD im Vergleich zum PC oder TV-Bildschirm eher als PERF akzeptiert wird und räumliche Präsenz erzeugt. Demnach hat der Rezipient eher den Eindruck sich tatsächlich in der monoskopischen 360°Naturaufnahme zu befinden, wenn diese mit einem HMD anstatt einem PC oder TV-Bildschirm dargeboten wird. Dies wird im Einklang mit der ART (Kaplan, 1995) dann als entspannender konnotiert.

Empirisch wurde in einer kürzlich erschienenen Studie untersucht, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen einer 3D computer-programmierten Unterwasserumgebung via HMD (3D-Bedingung), einer monoskopischen 360°Unterwasseraufnahme via HMD (360°-Bedingung) und einer normalen Unterwasseraufnahme via TV-Bildschirm (TV-Bedingung)

hinsichtlich des selbstberichteten situativen Affektes gibt (Yeo et al., 2020). Vor der Unterwasserumgebung gab es eine experimentell induzierte Langweile-Phase. Zudem untersuchten die Autoren, ob mögliche Unterschiede durch das räumliche Präsenzerleben und die Naturverbundenheit mediiert werden.

Die Autoren fanden zum Postzeitpunkt, dass der positive Affekt signifikant höher in der 3D- anstatt 360°- und TV-Bedingung war. Entgegen der Erwartung konnten sie keine signifikanten Unterschiede zwischen der 360°- und TV-Bedingung feststellen. Im anschließenden Strukturgleichungsmodell zeigten die Autoren signifikante Mediationseffekte für das räumliche Präsenzerleben und der Naturverbundenheit in der 3D- und 360°-Bedingung, im Vergleich zu der TV-Bedingung, auf den positiven Affekt. Interessanterweise kehrte sich unter der statistischen Kontrolle der Mediatoren der direkte Effekt der 3D- und 360°-Bedingung um. Demnach war die TV-Bedingung mit höheren positiven Affektwerten assoziiert. Als mögliche Erklärung führen die Autoren an, dass einige Probanden das Gewicht des HMDs als störend empfanden. Sodass sie vermuten, dass die „VR conditions tended to promote positive affect by being more immersive, but this was countered by awkward equipment that the simpler TV setup did not require.“ (Yeo et al., 2020, p. 10). Entgegen der Erwartung fanden die Autoren keine signifikanten Effekte zwischen den Bedingungen zum Postzeitpunkt hinsichtlich des negativen Affekts und der Langweile-Werte. Methodische Limitierungen (z.B. unterschiedliches Filmmaterial mit unterschiedlichen Dokumentarnarrativen oder eine geringe Teststärke) könnten die inkonsistenten Ergebnisse erklären.

Zudem wird allgemein diskutiert, ob die Entstehung räumlicher Präsenz von weiteren Rezipientenmerkmalen wie z.B. Geschlecht, Alter und/oder der Technologieängstlichkeit abhängig ist (Felnhofer et al., 2014; Kothgassner et al., 2013; Kothgassner et al., 2018; Manis & Choi, 2019). Dieses würde dann auch die Entspannungsreaktion monoskopischer 360°Naturaufnahmen, im Sinne einer mediiierenden Moderation, beeinflussen. Bisher fehlen hierzu jedoch empirische Überprüfungen (Liszio et al., 2018; Yeo et al., 2020).

Im Allgemeinen ist die Operationalisierung der Entspannungsreaktion facettenreich. Sie kann z.B. auf einer subjektiven/selbstberichteten, physiologischen und behavioralen Ebene vollzogen werden (Gal & Lazarus, 1975). Daher eignen sich multimodale Operationalisierungsansätze, um ein möglichst umfassendes Bild der Entspannungsreaktion wiederzugeben (Villani et al., 2007). Auch das Komplementierungspotential der unterschiedlichen Entspannungsreaktionen scheint vielversprechend zu sein. So sind z.B. physiologische Parameter – anders als selbstberichtete Messungen – weniger von den Erwartungen und Überzeugungen der Teilnehmer über das Experiment, ihrer Selbstwahrnehmung oder Introspektionsfähigkeit abhängig (Orne, 1962). So können sie selbstberichtete Parameter zielführend ergänzen. Gleichwohl eine gewisse Konvergenz der unterschiedlichen Entspannungsreaktionsebenen angenommen wird (Mauss et al., 2005; Mauss & Robinson, 2009), sind die empirischen Befunde indes häufiger unklar und zeigen Inkonsistenzen

zwischen psychophysiologischen und selbstberichteten Zielvariablen (Campbell et al., 2012; Dalile et al., 2022; Gal & Lazarus, 1975).

Dies trifft auch auf virtuelle Naturumgebungen zu. Liszio et al. (2018) konnten z.B. zeigen, dass nach einer Aktivierungsphase (20 min. virtueller Trierer Stress Test), eine 6-minütige 3D computerprogrammierte Unterwasserumgebung („theBlu“) via 6DoF HMD (HMD-Bedingung) zu signifikant höheren Herzratenvariabilitätswerten (operationalisiert mit der standard deviation of the differences between successive NN intervals; SDD) geführt hat, als eine 2D Aufnahme von theBlu via PC-Bildschirm (PC-Bedingung) oder eine Kontrollbedingung ohne Naturumgebung. Höhere SDD-Werte sind mit Entspannungsreaktionen assoziiert. Kohärent hierzu fanden die Autoren signifikant höhere positive Affektwerte in der HMD-Bedingung als in der PC- und Kontrollbedingung. Entgegen der Erwartung wurden keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des negativen Affekts und des Cortisolspiegels der Probanden zwischen den Bedingungen gefunden. Auch weiterführende Studien zu virtuellen Naturumgebungen – mit unterschiedlichen Zielsetzungen (z.B. virtuelle Naturumgebungen vs. virtuell dargebotene Kontrollbedingungen, Anderson et al., 2017; Mostajeran et al., 2021 oder virtuelle Naturumgebungen vs. reale, Browning et al., 2020) – fanden teilweise Belege dafür, dass psychophysiologische Entspannungsreaktionen und Affektveränderungen durch das einmalige Präsentieren von virtuellen Naturumgebungen erwartungsgemäß beeinflussbar sind (siehe Supplementary Table 1 für eine detailliertere Zusammenfassung der Studien). Allerdings zeigten diese Studien auch Inkonsistenzen zwischen psychophysiologischen und selbstberichteten Entspannungsparametern. Daher bleibt es offen inwiefern konvergierende Entspannungsreaktionsmuster bei virtuellen Naturumgebungen erwartbar sind.

Zusammenfassend ist das Ziel dieser Studie zu untersuchen, ob eine monoskopische 360°Naturaufnahme via HMD dem gleichen Video via PC-Bildschirm hinsichtlich der selbstberichteten Entspannung (operationalisiert mit einem Single-item) und der psychophysiologischen Entspannungsreaktion überlegen ist; und ob dieser Effekt durch die räumliche Präsenz mediiert wird. Die psychophysiologische Entspannungsreaktion wird durch die Hautleitfähigkeit und Herzrate operationalisiert (Mostajeran et al., 2021; Schwartz & Andrasik, 2017). Weiterführende Analysen sollen Aufschluss darüber geben, ob ein potenziell mediiender Effekt durch das Alter, Geschlecht und die Technologieängstlichkeit der Probanden beeinflusst wird.

## 2 Methode

Die vorliegende Studie ist eine explorative Sekundäranalyse von Knaust et al. (2021). A-priori wurden keine spezifischen primären Zielvariablen festgelegt. Vor Beginn unterschrieben alle Teilnehmer die Datenschutz- und Einwilligungserklärung.

## 2.1 Stichprobe

Die ad-hoc Stichprobe bestand aus insgesamt  $N = 102$  (40.2% Frauen) gesunden Erwachsenen. Die Studie fand am Bundeswehrkrankenhaus in Hamburg statt. Das Alter lag zwischen 19 und 62 Jahren ( $M = 36.52$ ,  $SD = 12.63$ ). Die durchschnittliche Technologieängstlichkeit, welche mit einer 7-stufigen Likert-Skala (1 = „Trifft nicht zu“, 7 = „Trifft zu“) aus dem Technology Usage Inventory (TUI, Kothgassner et al., 2013) gemessen wurde, lag bei  $M = 2.34$  ( $SD = 1.13$ ). Tabelle 1 fasst alle soziodemographischen Faktoren getrennt nach dem Geschlecht zusammen.

Die Rekrutierung fand über Ankündigungen in Teambesprechungen im Krankenhaus, Informationsflyer, persönlichen Kontakt und Mundpropaganda statt. Ausreichend gute Deutschkenntnisse waren das einzige a-priori definierte Einschlusskriterium.

## 2.2 Design

Das vorliegende Experiment ist ein ausbalanciertes randomisiertes Innersubjektexperiment. Alle Teilnehmer durchliefen insgesamt drei Erholungsbedingungen (HMD-Bedingung: 5-minütiges monoskopisches 360°Strandvideo via HMD, PC-Bedingung: gleiches Video via PC-Bildschirm, Kontrollbedingung ohne Video: 5 Minuten lang ruhig und still dasitzen). Vor den jeweiligen Erholungsbedingungen mussten alle Teilneh-

mer in der Aktivierungsbedingung Kopfrechenaufgaben lösen, welche in Anlehnung an den Trier Social Stress Test (TSST; Kirschbaum et al., 1993) konzipiert wurden. Um Positions- und Übertragungseffekte zu verhindern, wurde die Reihenfolge der Kopfrechenaufgaben und die Reihenfolge der Erholungsbedingungen getrennt voneinander randomisiert. Mit einer Randomisierungsliste wurde dann für jeden Teilnehmer festgelegt, welche Rechenaufgabe als erstes, zweites oder drittes gerechnet, und welche Erholungsbedingung im Anschluss der jeweiligen Rechenaufgaben durchlaufen werden sollte. Die Randomisierungsliste bestand hierbei aus einer Blockrandomisierung, um eine ungefähre gleich große Ausbalancierung der Reihenfolge-möglichkeiten zu realisieren. Die Blockbildung bestand aus den potentiellen Reihenfolgeoptionen (Blockfaktorgröße,  $k = 36$ ). Innerhalb dieses Blocks wurden die Reihenfolgeoptionen dann mit zufällig generierten Zahlen bestimmt. Aufgrund der relativ großen Blöcke halten wir eine Vorhersehbarkeit der Reihenfolge durch die Probanden und Versuchsleiter für gering, gleichwohl diese – typisch für Blockrandomisierungen – nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann.

## 2.3 Messinstrumente

### Hautleitfähigkeit und Herzrate

Die psychophysiologische Entspannung wurde mit der Hautleitfähigkeit (skin conductance level, SCL) und Herzrate (HR) ope-

Tab. 1: Soziodemographische Faktoren der Stichprobe.

	Gesamt (N = 102)		Frauen (n = 41)		Männer (n = 61)		Chi <sup>2</sup> (df)	p	ω
	n	%	n	%	n	%			
Bildung							2.81 (2)	.245	.168
Universität	28	27.5	13	31.8	15	25.5			
Gesamtschule	44	43.1	14	34.1	30	50.8			
Real- und Hauptschule	28	27.5	14	34.1	14	23.7			
Erfahrung mit einem HMD							3.33 (1)	.068	.182
Ja	43	42.2	13	31.7	30	50.0			
Nein	58	56.9	28	68.3	30	50.0			
	M	SD	M	SD	M	SD	t (df)	p	d
Alter (in Jahren)	36.52	12.63	35.61	12.11	37.13	13.04	0.59 (100)	.554	0.12
Arbeitserfahrung (in Jahren)	15.54	12.93	14.65	12.04	16.15	13.57	0.58 (99)	.569	0.11
Technologieängstlichkeit	2.21	1.13	2.67	1.26	1.90	0.93	3.50 (100)	.001	0.71

Notiz. Der Chi<sup>2</sup> und t-test bezieht sich auf den Vergleich der Geschlechter und der jeweiligen abhängigen Variable, head-mounted display = HMD.

rationalisiert (Ben-Shakhar, 1985; Schwartz & Andrasik, 2017). Die Aufzeichnung erfolgte mit dem *Nexus Mark II* (Mind Media B. V., Niederlande) und der dazugehörigen *Biotrace+* Software (Version 20.13). Für die SCL wurden zwei Ag/AgCl Fingerelektroden an den Zeige- und Ringfinger der nicht-dominanten Hand angebracht. Der Blutvolumenpulsometer wurde an den Zeigefinger der dominanten Hand angebracht. Die SCL wird ausschließlich sympathisch innerviert und wurde mit micro Siemens gemessen (Ben-Shakhar, 1985). Die HR wird sowohl sympathisch als auch parasympathisch innerviert und wurde in Schlägen pro Minute gemessen (Schwartz & Andrasik, 2017). Die sample rate betrug 32 samples per second (SPS).

#### *Selbstberichtete Entspannung*

Mit jeweils einem Item pro Darbietungsform wurde die erlebte Entspannung auf einer 7-stufigen Likert Skala (1= „Trifft nicht zu“, 7 = „Trifft zu“) erfasst (PC-Bedingung: „Das PC-Video empfand ich als entspannend“; HMD-Bedingung: „Das VR-Video empfand ich als entspannend.“).

Das Innersubjektdesign erhöhte die Teststärke in der vorliegenden Stichprobe, führte jedoch zu einer relativ langen Versuchsdauer von ca. einer Stunde. Zudem macht das Innersubjektdesign die Nutzung validierter Skalen zur Bewertung der Entspannungs-/Stimmungsänderungen herausfordernd (wie z. B. den Positive and Negative Affect Schedule, Watson et al., 1988). Jeder Teilnehmer musste 20 Items für jede Bedingung ausfüllen, was wahrscheinlich zu Ermüdungs- und/oder Langleweileneffekten geführt hätte. Zudem würde sich der relativ lange Versuchsablauf zusätzlich verlängern. Um dieses zu verhindern haben wir uns, wie auch vorherige Studien (Vaquero-Blasco et al., 2021), für ein Single-Item als Operationalisierung entschieden. Allerdings wird die Reliabilität und Aussagekraft von Single-Items kontrovers diskutiert (Egleston et al., 2011; Loo, 2002; Postmes et al., 2013).

Bisherige Studien haben im Prä-Post-Vergleich selbstberichtete Affektveränderungsmessinstrumente erhoben (Anderson et al., 2017; Liszio et al., 2018; Villani et al., 2007, Yeo et al., 2020; siehe Tabelle S1). Neben dem Prä-Post-Vergleich ist ein alltagsnahes Szenario, dass Rezipienten das relativ neuartige Entspannungsverfahren der monoskopischen 360°Naturaufnahme mit bereits bekannten Entspannungsverfahren und/oder Medien – auch außerhalb des Labors – vergleichen würden, um so für sich zu bewerten, ob sie es mehr oder weniger entspannend erleben. Diese referenzrahmenbasierte Entscheidung (Helson, 1948; Rigoli, 2019) hielten wir – komplementär zu den psychophysiologischen Entspannungsparametern – für eine ökologisch valide Ergänzung zum bisherigen Forschungsstand. Allerdings müssen die Ergebnisse entsprechend vorsichtig interpretiert werden, da durch einen postrezeptiven intraindividuellen Vergleich zum Schluss des Experiments eine systematische Überschätzung in den selbstberichteten Entspannungsunterschieden nicht ausgeschlossen werden kann.

#### *Räumliche Präsenz*

Die räumliche Präsenz wurde in der vorliegenden Studie mit einer modifizierten Form der Subskala Spatial Presence aus dem iGroup presence questionnaire (IPQ; Schubert et al., 2001) operationalisiert (Itemanzahl:  $k = 5$ , Likert-Skala: 1= „Trifft nicht zu“, 7 = „Trifft zu“). Die Modifikation bestand daraus, dass vor den Items ein „im PC-Video“ bzw. „im VR-Video“ ergänzt wurde (z. B. „Im PC-Video hatte ich das Gefühl, dass die virtuelle Umgebung hinter mir weitergeht“). In der vorliegenden Studie lag die interne Konsistenz dieser modifizierten Subskala bei  $\alpha = .808$  und deutet so auf eine gute Reliabilität hin (Cronbach, 1951).

#### *Technologieängstlichkeit*

Mit dem TUI (Kothgassner et al., 2013) wurde die Technologieängstlichkeit operationalisiert. Die Subskala Technologieängstlichkeit erfasst mit vier Items den Grad der Überforderung und der Angst vor technischen Geräten (1= „Trifft nicht zu“, 7 = „Trifft zu“) (Kothgassner et al., 2013). Die interne Konsistenz war mit einem Cronbachs  $\alpha = .79$  in dieser Stichprobe im guten Bereich (Cronbach, 1951).

## 2.4 Prozedere

Nachdem die Probanden die Einwilligungs- und Datenschutzerklärung unterschrieben hatten, wurden sie an das NeXus Mark II angeschlossen und das Experiment begann mit der Messung einer zweiminütigen Hautleitfähigkeits- und Herzrate-Baseline. Hier sollten die Probanden mit offenen Augen ruhig dazusitzen. Im Anschluss durchliefen die Probanden abwechselnd die Aktivierungs- und Erholungsbedingungen, bis insgesamt drei Kopfrechenaufgaben, welche in Anlehnung an den TSST (Kirschbaum et al., 1993) konzipiert wurden (sukzessives und serielles subtrahieren einer zweistelligen Primzahl z. B. 13 von 1022 vor dem Versuchsleiter. Die Ergebnisse mussten laut ausgesprochen werden) und drei Erholungsbedingungen (HMD, PC und Kontrollbedingung) absolviert wurden.

In der HMD-Bedingung wurde die Blickrichtung mit Kopfbewegungen gesteuert. In der PC-Bedingung konnten die Probanden vor dem Start des Videos die Blickrichtung mit einer Computermaus festlegen. Danach war keine weitere Interaktion mit der Computermaus erlaubt, um Artefakte bei der psychophysiologischen Messung zu vermeiden. In der Kontrollbedingung sahen die Probanden keine 360°Strandaufnahme. Sie wurden instruiert fünf Minuten lang ruhig und still dazusitzen. Die Probanden saßen vor einer Trennwand, sodass der Testleiter während der PC- und Kontrollbedingung nicht zu sehen war. Der Computerbildschirm war während der Kontrollbedingung ausgeschaltet.

Nach der letzten Erholungsbedingung wurden die Ableitungen des NeXus Marks II vom Probanden entfernt und ein Abschlussfragebogen ausgehändigt. Mit diesem wurden soziodemographische Faktoren, die räumliche Präsenz, die selbstbe-

richtete Entspannung zu den drei Erholungsbedingungen und der TUI erfasst.

## 2.5 Material

Für die HMD-Bedingung wurde die HTC Vive an einen Computer (Windows 7, Intel (R) Core (TM) i7-3820 CPU, 64 Bit, NVIDIA GeForce GTX 660, 8GB Ram) angeschlossen. Als PC-Bedingung wurde an den gleichen Computer ein Computermonitor angeschlossen (Modelltyp EV2750). Um den Ton zwischen der immersiven und nicht-immersiven Bedingung konstant zu halten, wurden on-ear Kopfhörer (JBL JR 3000) je nach Bedingung entweder an das HMD oder an den Computermonitor angeschlossen. Das monoskopische 360°Strandvideo (<https://www.sphaeresvr.com/experience/vr-nature/dream-beach-mallorca>) zeigt eine geschützte Bucht mit Blick auf den Ozean und wurde von Meeresrauschen begleitet.

## 2.6 Datenaufbereitung SCL und HR

Die Rohdaten der SCL und HR wurden in den folgenden vier Schritten aufbereitet: Erstens wurden durch den Mittelwert der 32 Werte pro Sekunde die 32SPS zu einem Wert pro Sekunde zusammengefasst. Zweitens wurden alle Zeitintervalle, die nicht direkt zu den Experimentalphasen gehören, entfernt. Drittens wurde dieser Datensatz, der nur noch die Experimentalphasen enthält, z-transformiert, um interindividuelle Unterschiede zu minimieren (Ben-Shakhar, 1985). Im vierten Schritt wurden Minutenintervalle der einzelnen Experimentalphasen gebildet. Der Wert pro Minute wurde aus dem Mittelwert der jeweiligen 60 Sekunden gebildet. Hieraus resultierten für die Erholungsbedingungen fünf Messzeitpunkte (Min 1–5).

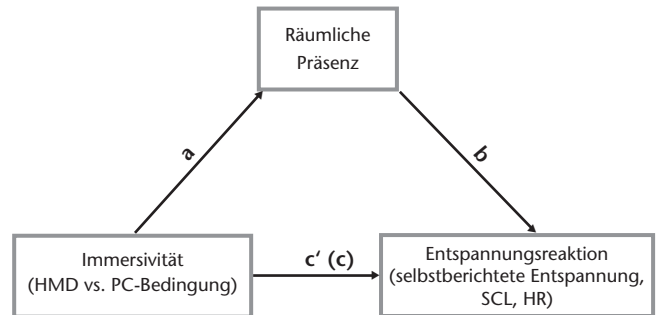
## 2.7 Statistische Analyse

Zur statistischen Überprüfung der Hypothesen wurde eine Multilevel Mediationsanalyse mit dem MLmed (<https://njrockwood.com/mlmed>) Makro für SPSS (Version 26) durchgeführt (Hayes & Rockwood, 2020; Hu et al., 2020). In dem vorliegenden Innersubjektdesign liegt eine hierarchische Datenstruktur vor. Die selbstberichtete Entspannung, räumliche Präsenz und die psychophysiologische Reaktion sind in der Versuchsperson genestet und stellen die Level-1-Variablen dar. Level-2-Variablen bilden die Versuchsperson selbst, sowie das Alter, Geschlecht und die Technologieängstlichkeit. Das MLmed Makro für SPSS ermöglicht diese Abhängigkeit in den Daten zu berücksichtigen.

In diesem Multilevel Mediationsmodell ist die unabhängige Variable die Immersivität (HMD mit „-1“ und PC-Bedingung mit „1“ codiert), die räumliche Präsenz der Mediator und die selbstberichtete Entspannung, die Minutendifferenz (Min1-

Min5) der z-standardisierten SCL- und HR-Werte die abhängigen Variablen. Abbildung 1 stellt die Hypothesentestung schematisch dar.

Für die explorativen Analysen wurden das Geschlecht, Alter und die Technologieängstlichkeit als Zwischensubjektfaktoren jeweils einzeln in das Modell aufgenommen. Es wurde überprüft, ob sie die Wirkung der räumlichen Präsenz (Pfad *a* & *b*, siehe Abbildung 1) beeinflusst. Die Kovarianzstruktur der zufälligen Effekte wurde auf Diagonal festgelegt und die Parameter nach der Restricted Maximum Likelihood (REML) Methode geschätzt (Hu et al., 2020).



**Abb. 1:** Schematische Darstellung, dass die Entspannungsreaktion zwischen der HMD und PC-Bedingung durch die räumliche Präsenz mediiert wird. Pfad *a* stellt den Einfluss der Immersivität auf die räumliche Präsenz dar. Pfad *b* den Einfluss der räumlichen Präsenz auf die Entspannungsreaktion. Pfad *c* beinhaltet den gesamten Effekt der Immersivität auf die Entspannungsreaktion. Mit Pfad *c'* wird die Immersivität und die räumliche Präsenz gleichzeitig als Regressoren auf die Entspannungsreaktion modelliert. Dies zeigt den direkten Effekt der Immersivität auf die Entspannungsreaktion, wenn der Effekt der räumlichen Präsenz gleichzeitig statistisch kontrolliert wird.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Manipulationskontrolle

Für die Manipulationskontrolle wurde überprüft, ob die Kopfrechenaufgaben tatsächlich zu einer psychophysiologischen Aktivierung und die Erholungsbedingungen zu einer Reduzierung geführt haben. Hierfür wurden die SCL- und HR-Werte für alle drei Kopfrechenaufgaben zu einem SCL- und HR-Wert gemittelt. Gleiches Prozedere wurde für die Erholungsbedingungen und die Baseline durchgeführt. Getrennt nach den einzelnen psychophysiologischen Zielvariablen stellten einfaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholungen sowie anschließenden post-hoc *t*-tests für abhängige Stichproben fest, dass die Psychophysiologie während den Matheaufgaben signifikant höher war als bei den Erholungsbedingungen und der Baseline (siehe Tabelle 2). Dies zeigt, dass die Kopfrechenaufgaben tatsächlich eine psychophysiologische Aktivierung ausgelöst und die Erholungsbedingungen zu einer psychophysiologischen Reduktion geführt haben, was für eine erfolgreiche Manipulation spricht.

Tab. 2: Manipulationscheck Psychophysiologie

	Herz Rate (bpm)						z-transformierte Herz Rate																
	Baseline <sup>a</sup>		Aktivierung <sup>b</sup>		Erholung <sup>c</sup>		Baseline <sup>d</sup>		Aktivierung <sup>e</sup>		Erholung <sup>f</sup>												
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD											
Min. 1	73.99	10.07	87.23	11.11	73.45	10.17	- 0.30	0.37	0.84	0.39	- 0.36	0.21											
Min. 2	74.80	10.56	83.29	11.04	73.70	10.31	- 0.22	0.32	0.48	0.28	- 0.33	0.17											
Min. 3			82.74	11.04	73.70	10.19			0.45	0.26	- 0.31	0.17											
Min. 4					73.56	10.04					- 0.34	0.18											
Min. 5					74.40	9.97					- 0.27	0.19											
rmANOVA <sup>abc</sup>						rmANOVA <sup>def</sup>																	
$F(1.32, 132.07) = 164.59, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.622$						$F(1.55, 155.04) = 307.45, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.755$																	
post-hoc <i>t</i> -tests						post-hoc <i>t</i> -tests																	
$d_{ab}$		$p$		$d_{bc}$		$p$		$d_{ca}$		$p$		$d_{de}$		$p$		$d_{ef}$		$p$		$d_{fd}$		$p$	
1.23		< .001		1.48		< .001		0.15		.115		1.67		< .001		2.19		< .001		0.20		.047	

	Hautleitfähigkeit (micro Siemens)						z-transformierte Hautleitfähigkeit																
	Baseline <sup>g</sup>		Aktivierung <sup>h</sup>		Erholung <sup>i</sup>		Baseline <sup>j</sup>		Aktivierung <sup>k</sup>		Erholung <sup>l</sup>												
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD											
Min. 1	3.51	3.03	6.52	4.42	5.84	3.79	- 1.73	0.68	0.78	0.49	0.35	0.25											
Min. 2	3.23	2.79	6.31	4.12	5.36	3.65	- 1.92	0.50	0.67	0.32	- 0.05	0.22											
Min. 3			6.39	4.15	5.07	3.63			0.75	0.31	- 0.30	0.26											
Min. 4					4.87	3.58					- 0.47	0.33											
Min. 5					4.76	3.56					- 0.56	0.40											
rmANOVA <sup>ghi</sup>						rmANOVA <sup>kl</sup>																	
$F(1.46, 146.22) = 197.08, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.663$						$F(1.61, 161.58) = 903.01, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.900$																	
post-hoc <i>t</i> -tests						post-hoc <i>t</i> -tests																	
$d_{gh}$		$p$		$d_{hi}$		$p$		$d_{ig}$		$p$		$d_{jk}$		$p$		$d_{kl}$		$p$		$d_{lj}$		$p$	
1.94		< .001		1.16		< .001		1.27		< .001		5.14		< .001		1.74		< .001		2.16		< .001	

Notiz. Die Effektstärken (Cohen's *d*) und entsprechende Signifikanzwerte zeigen post-hoc *t*-Tests für abhängige Stichproben zwischen den jeweils markierten Bedingungen, die nach dem signifikanten Haupteffekt der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen (rmANOVA) durchgeführt wurden. Bei verletzter Sphärizitätsannahme wurde die Greenhouse-Geisser-Korrektur angewendet und berichtet. Als abhängige Variablen wurden die Minutenintervalle zu einem Durchschnittswert zusammengefasst (z. B. [Baseline Minute 1 + Baseline Minute 2]/2). Diese Durchschnittswerte wurden dann miteinander verglichen. Bpm = beats per minute.

### 3.2 Mediationseffekt der räumlichen Präsenz

Die Multilevel Mediationsanalyse stellte im ersten Schritt (siehe Abbildung 1, Pfad c) fest, dass die Strandaufnahme via HMD ( $M = 5.40, SD = 1.42$ ) signifikant entspannender erlebt wurde als via PC-Bildschirm ( $M = 4.07, SD = 1.46$ ),  $\beta = -0.66, 95\%KI [-0.86, -0.46], t(100) = -6.53, p < .001$ . Zudem zeigte sie, dass die räumliche Präsenz signifikant stärker bei der HMD ( $M = 4.76, SD = 1.53$ ) als bei der PC-Bedingung ( $M = 2.43, SD = 1.28$ ) ausgeprägt war,  $\beta = -1.16, 95\%KI [-1.36, -0.96], t(100) = -11.71, p < .001$  (Abbildung 1, Pfad a).

In der anschließenden Multilevel Mediationsanalyse wurde die selbstberichtete Entspannung als abhängige Variable, die Immersivität als unabhängige Variable und die räumliche Präsenz als Mediatorvariable modelliert. Die drei Variablen wur-

den gleichzeitig ins Modell aufgenommen. Die Ergebnisse zeigen einen signifikant positiven Effekt für die Immersivität,  $\beta = 0.23, 95\%KI [0.02, 0.43], t(99) = 2.25, p = .026$  (Abbildung 1, Pfad c') und einen signifikant positiven Effekt für die räumliche Präsenz,  $\beta = 0.76, 95\%KI [0.63, 0.90], t(99) = 11.15, p < .001$  (Abbildung 1, Pfad b). Anschließende Monte Karlo Simulation stellte fest, dass der Effekt der Immersivität auf die selbstberichtete Entspannung durch die räumliche Präsenz mediiert wurde,  $\beta = -0.89, SE = 0.11, z = -8.06, p < .001, 95\% KI [-1.12, -0.68]$ .

Für die SCL zeigte die Multilevel Mediationsanalyse keinen signifikanten Unterschied zwischen der HMD ( $M = 0.97, SD = 0.64$ ) und PC-Bedingung ( $M = 0.98, SD = 0.57$ ),  $\beta = 0.0002, 95\%KI [-0.085, 0.085], t(99) = 0.004, p = .996$  (Abbildung 1, Pfad c). Auch für die Herzrate wurde kein signifikanter Unterschied zwischen der HMD ( $M = -0.07, SD = 0.39$ ) und PC-Bedingung

( $M = -0.06$ ,  $SD = 0.35$ ),  $\beta = 0.002$ , 95%KI [-0.042, 0.048],  $t(99) = 0.12$ ,  $p = .903$  festgestellt (Abbildung 1, Pfad c). Nach Baron & Kenny (1986) wurde die geplante Mediationsanalyse hier beendet, da kein totaler Effekt gefunden wurde. Entsprechend wurden auch die weiterführenden Analysen für die SCL und HR nicht durchgeführt.

### 3.3 Mediierte Moderation von Alter, Geschlecht und Technologieängstlichkeit auf die selbst berichtete Entspannung

Die Multilevel Mediationsanalyse zeigte keine signifikanten moderierenden Effekte für das Alter, Pfad a:  $\beta = 0.012$ , 95%KI [-0.003, 0.027],  $t(98) = 1.57$ ,  $p = .116$ , Pfad b:  $\beta = -0.002$ , 95%KI [-0.009, 0.005],  $t(98) = -0.52$ ,  $p = .598$ . Es ergaben sich ebenfalls keine signifikanten moderierenden Effekte für das Geschlecht, Pfad a:  $\beta = -0.042$ , 95%KI [-0.242, 0.158],  $t(98) = -0.41$ ,  $p = .679$ , Pfad b:  $\beta = -0.023$ , 95%KI [-0.111, 0.063],  $t(98) = -0.54$ ,  $p = .589$  und die Technologieängstlichkeit, Pfad a:  $\beta = 0.125$ , 95%KI [-0.046, 0.297],  $t(98) = 1.43$ ,  $p = .151$ , Pfad b:  $\beta = 0.028$ , 95%KI [-0.053, 0.110],  $t(98) = 0.69$ ,  $p = .490$ .

## 4 Diskussion

### 4.1 Selbstberichtete Entspannung

Im Einklang mit den theoretischen Überlegungen zeigten unsere Analysen, dass die selbstberichtete Entspannung in der HMD-Bedingung signifikant höher war als in der PC-Bedingung, und dass dieser Effekt durch die räumliche Präsenz mediiert wurde. Die signifikant höheren Werte im räumlichen Präsenzerleben in der HMD- als PC-Bedingung stehen dabei im Einklang mit bisherigen Studien (Liszio et al., 2018; Yeo et al., 2020). Zudem sind die Ergebnisse mit dem o.g. theoriegeleiteten Rahmenmodell, welches aus dem Zwei-Faktoren-Modell der räumlichen Präsenz (Hartmann et al., 2016; Wirth et al., 2007) und der Immersivität (Slater, 2003) in Verbindung mit der ART (Kaplan, 1995) besteht, kompatibel. Die signifikant stärkere räumliche Präsenz in der HMD-Bedingung kann damit erklärt werden, dass während der Darbietung der monoskopischen 360°Naturaufnahme via HMD – im Gegensatz zur PC-Bedingung – mehr Informationen über die virtuelle als über die reale Umgebung vorhanden waren (visuelle inclusiveness und blickpunktabhängige Bildgenerierung aus der Ich-Perspektive; Cummings & Bailenson, 2016; Slater & Sanchez-Vives, 2016). Dies erhöhe die Wahrscheinlichkeit, dass eher das SSM in der HMD anstatt PC-Bedingung als PERF angenommen wird (Wirth et al., 2007). Im Einklang mit der ART (Kaplan, 1995) scheint sich dies auch in der selbstberichteten Entspannung niederzuschlagen. Allerdings wurde in der vorliegenden Studie die räumliche Präsenz mit der Subskala von Schubert et al. (2001) anstatt mit der Spatial Presence Experience Scale (SPES; Hartmann et al., 2016), welche auf dem

Zwei-Faktoren-Modell der räumlichen Präsenz von Wirth et al. (2007) beruht, erfasst. Deshalb kann nur spekuliert werden, ob der selbstberichtete Entspannungsunterschied tatsächlich durch unterschiedlich stark ausgeprägte SSMs erklärbar ist.

Unsere Ergebnisse stimmen nur teilweise mit jenen von Yeo et al. (2020) überein. Wir fanden, dass monoskopische 360°Strandvideo via HMD signifikant entspannender erlebt wurde als über den PC-Bildschirm. Yeo et al. (2020) fanden dies nicht. Ihre Analysen zeigten hingegen, dass der positive Affekt signifikant höher in der 3D- anstatt 360°- und TV-Bedingung war und sich die 360°- und TV-Bedingung nicht signifikant voneinander unterschieden. Allerdings stellten die Autoren auch inkonsistente Ergebnisse innerhalb der selbstberichteten Zielvariablen fest. Entgegen der Erwartung fanden sie keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Bedingungen hinsichtlich des negativen Affekts und der selbstberichteten Langeweile-Werten, was die Aussagekraft des positiven Affekts limitiert.

Eine mögliche Erklärung für die unterschiedlichen Ergebnisse zwischen Yeo et al. (2020) und der vorliegenden Studie könnten Unterschiede im Untersuchungsdesign sein. Es ist möglich, dass bei Yeo et al. (2020) das unterschiedliche Videomaterial und der Bekanntheitsgrad der BBC Dokumentation im Zusammenspiel mit einer verhältnismäßig geringen Teststärke den Vergleich zwischen TV- und 360°Bedingung beeinflusst hat. Dies könnte auch die inkonsistenten Ergebnisse in den selbstberichteten Zielvariablen erklären. Zudem unterscheidet sich die experimentelle Manipulation. In der vorliegenden Studie wurden die Probanden mit Matheaufgaben konfrontiert; bei Yeo et al. (2020) wurden sie gelangweilt. So bleibt es unklar, ob die Wirkung eines monoskopischen 360°Naturvideos via HMD möglicherweise intensiver nach einem akuten Stressor als nach einer Langweilphase erlebt wird. Alternativ ist ebenso vorstellbar, dass unser Innersubjektdesign die selbstberichteten Entspannungsratings verzerrt hat. Wir konzipierten diese Studie als Innersubjektdesign, um die Teststärke zu erhöhen, die in vorherigen Studien relativ gering gewesen ist (Liszio et al., 2018; Yeo et al., 2020). Allerdings durchliefen die Probanden alle Bedingungen und kannten diese entsprechend. Deshalb kann eine postrezeptive Überschätzung der selbstberichteten Entspannungsratings, durch einen retrospektiven intraindividuellen Vergleich beider Bedingung zum Schluss des Experiments, die Ergebnisse verzerrt haben. Daher sollten zukünftige Innersubjektreplicationsstudien die selbstberichtete Entspannung unmittelbar nach oder während der jeweiligen Bedingungen erfassen. Zusätzlich könnte die referenzrahmbasierte selbstberichtete Entspannung z.B. durch ein Single-Choice-Item und/oder mit einem kurzen qualitativen Interview zum Schluss des Experimentes erfasst werden. Zudem wurde die selbstberichtete Entspannung mit einem Single-Item operationalisiert, um Müdigkeitseffekte (Vaquero-Blasco et al., 2021) zu vermeiden und den relativ langen Versuchsablauf nicht zusätzlich zu verlängern. Allerdings wird die Reliabilität von Single-Items kontrovers diskutiert (Loo, 2002; Postmes et al., 2013) und schränkt die Aussagekraft unserer selbstberichteten Entspannungsoperationalisierung

zusätzlich ein. Gleichwohl die Reihenfolge ausbalanciert randomisiert wurde, kann aufgrund des Innersubjektdesigns und des intraindividuellen Vergleichs der Bedingungen zum Schluss des Experiments, ein Recency-Effekt nicht gänzlich sowie ein Recall-Effekt nicht ausgeschlossen werden. Insgesamt müssen die selbstberichteten Ergebnisse vorsichtig interpretiert werden und sollten durch Studiendesigns mit unabhängigen Gruppen je Bedingung sowie auch mit einer umfassenderen Operationalisierung der selbstberichteten Entspannung (z. B. mittels einer validierten Skala) repliziert werden.

Interessanterweise fanden auch wir, dass nach der statistischen Kontrolle des räumlichen Präsenzerlebens, die PC-Bedingung signifikant mit höheren Entspannungsratings assoziiert war. Gleichwohl unsere Ergebnisse aufgrund genannter Limitationen vorsichtig interpretiert werden müssen, deckt sich dieser Befund mit Yeo et al. (2020). Dies zeigt, dass neben dem angeführten theoriegeleiteten Rahmenmodell noch weitere Faktoren die Wirkung monoskopischer 360°Naturvideos beeinflussen, mit zum Teil gegenläufigen Effekten. Hieran knüpft die Frage an, für welchen Rezipienten welche Darbietungsart vorteilhafter ist.

In diesem Zusammenhang wurde statistisch überprüft, ob das Alter, Geschlecht oder die Technologieängstlichkeit die Ergebnisse der Mediationsanalyse mitbeeinflussen. Die Analysen fanden jedoch keine signifikanten Effekte. Allerdings war die Gesamtstichprobe relativ jung und z. B. die Ausprägung der Technologieängstlichkeit verhältnismäßig gering ( $M = 2.21$ ,  $SD = 1.13$ ). Demnach könnten Bodeneffekte den potentiellen Einfluss der Moderatoren verhindert haben. Die Technologieängstlichkeit wurde am Ende des Versuchs erhoben, um eine Verzerrung der selbstberichteten Entspannung durch die Salienz der Technologieängstlichkeit zu verhindern. Allerdings kann so nicht ausgeschlossen werden, dass die Erfahrungen im Experiment zu einer Verzerrung der Technologieängstlichkeit geführt haben. Dies kann möglicherweise die niedrige Ausprägung erklären und sollte bei der Interpretation berücksichtigt werden. Zudem wurde untersucht, ob die Vorerfahrung mit einem HMD die Ergebnisse der Mediationsanalyse (Wirkung auf Pfad  $a$  &  $b$ ) signifikant beeinflusst hat. Die Analysen (siehe Tabelle S2) stellten keinen signifikanten Einfluss fest. Dies könnte damit erklärt werden, dass die dichotome (Ja/Nein) HMD-Vorerfahrung-Operationalisierung nicht umfassend genug gewesen ist, um einen potentiellen Einfluss der HMD-Vorerfahrung zu detektieren.

Yeo et al. (2020) beschrieben, dass einige Probanden das Gewicht und die Sperrigkeit des HMDs als störend empfunden haben. Sie spekulieren, ob dieser störende Effekt den Entspannungseffekt in der 360°-Bedingung – im Vergleich zu der TV-Bedingung – reduziert habe, gleichwohl dieser störende Effekt durch die Entstehung räumlicher Präsenz überlagert wird. Allerdings wurde dieser Erklärungsansatz nicht systematisch untersucht – sodass weiterführende Studien für die empirische Überprüfung benötigt werden. Hieran anschließend sollte auch die Cybersickness (Weech et al., 2019) zukünftig erfasst werden, welche, speziell in der HMD-Bedingung, einen entspannungs-

limitierenden Einfluss gehabt haben könnte. Allerdings bleibt ein möglicher konfundierender Einfluss unklar, da weder in dieser noch in Yeo et al. (2020) die Cybersickness empirisch erfasst wurde.

## 4.2 Psychophysiologische Entspannung

Unsere Manipulationskontrolle in Tabelle 2 zeigt eindeutige erwartungstreue Unterschiede zwischen der Anspannungsphase vs. Baseline und Anspannungs- vs. Entspannungsphase für die z-transformierten und nicht transformierten Herzrate- (Cohen's  $d_{\text{Range}} = 1.23-2.19$ ) und Hautleitfähigkeitswerte (Cohen's  $d_{\text{Range}} = 1.16-5.14$ ). Dies deutet auf eine generell erfolgreiche Manipulation hin. Allerdings wurden entgegen den Erwartungen keine signifikanten Unterschiede zwischen der HMD und PC-Bedingung in der Reduktion der Hautleitfähigkeit und der Herzrate festgestellt. Somit finden auch wir – wie vorherige Studien – divergierende Ergebnisse zwischen selbstberichteten und psychophysiologischen Entspannungsreaktionen (Anderson et al., 2017; Liszio et al., 2018; Mostajeran et al., 2021).

Liszio et al (2018) zeigten, dass die Herzratenvariabilität (HRV; operationalisiert mit der SDDSD) signifikant höher bei „theBlu“ via HMD anstatt via PC-Bildschirm oder einer Kontrollbedingung ohne Intervention war. Allerdings konnte dies nicht mit Cortisol repliziert werden. Die unterschiedlichen Ergebnisse zwischen Liszio et al. (2018) und der vorliegenden Studie könnten erneut durch Unterschiede im Design wie z. B. unterschiedlichem Immersionsgrad in den HMD-Bedingungen, unterschiedlicher Operationalisierungen der Aktivierungsphasen und der Psychophysiologie erklärt werden. Liszio et al. (2018) nutzten theBlu, eine computerprogrammierte 3D virtuelle Unterwasserumgebung mit Interaktionsmöglichkeiten. Demnach war hier die HMD-Bedingung (Stereoskopie, 6DoF Interaktionsmöglichkeiten) immersiver als unsere. Somit könnte es sein, dass die Immersionsdiskrepanz beim Vergleich zwischen der HMD- und PC-Bedingung bei Liszio et al. (2018) groß genug war, um auch Unterschiede in der Psychophysiologie detektieren zu können. Zudem könnte auch die unterschiedliche Operationalisierung des Stressors die divergenten Ergebnisse erklären. So wurde am Ende des virtuellen TSST bei Liszio et al. (2018) den Probanden mitgeteilt, dass ein weiterer Stressor am Ende des Versuchs folgen wird. Die Autoren intendierten hiermit eine konstante Stressreaktion der Probanden. So erklären die Autoren auch die Abnahme der SDDSD-Werte während der Entspannungsphase in der PC- und Kontrollbedingung, was als Stressreaktion interpretiert wird, mit einem antizipierten Stresserlebens der Probanden im Hinblick des zu erwartenden letzten Stressors. Hingegen sei die distraktorische Wirkung in der VR-Bedingung so stark gewesen, dass sie erfolgreich von dem antizipierten Stressor abgelenkt habe, was die höheren SDDSD-Werte erklären könnte. Allerdings sollten die Ergebnisse vorsichtig interpretiert werden, da sie mit Cortisol nicht repliziert wurden und auch die Standardabweichung der SDDSD-Werte in



der VR-Entspannungsbedingung zwei bis dreimal so hoch war als in der Kontroll- und PC-Bedingung. Zudem zeigt der deskriptive Effektstärkenvergleich zwischen unserer Studie und Liszio et al. (2018), dass gleichwohl der Stressor bei Liszio et al. (2018) wesentlich länger war als bei uns (20 vs. 3 Minuten), unsere Studie (SCL:  $\eta_p^2 = 0.622$ , HR:  $\eta_p^2 = 0.663$ ) deutlich größere Effektstärken zwischen Baseline, Aktivierungs- und Entspannungsphase fand als bei Liszio et al. (2018; HRV:  $\eta_p^2 = 0.06$ ; siehe Tabelle 2 und Tabelle S3). Sodass es unklar bleibt, weshalb wir den distraktorischen psychophysiologischen Effekt in der HMD im Vergleich zu der PC-Bedingung nicht replizieren konnten. Dies könnte wiederum mit dem unterschiedlichem Immersionsniveau der HMD-Bedingung erklärt werden, welche bei Liszio et al. (2018) höher war.

Letztendlich können auch unterschiedliche Operationalisierungen der psychophysiologischen Messparameter die verschiedenen Ergebnisse mitbedingt haben. Wir erfassten die HR und Liszio et al. (2018) die HRV. Diese gilt ebenfalls als valider physiologische Stressindikator (Kim et al., 2018). Die HR und HRV hängen physiologisch und mathematisch miteinander zusammen (Sacha, 2014). Allgemein bietet die HRV gegenüber der HR z.B. den Vorteil, dass mit ihr statistische Kennwerte berechnet werden können, die sensitiver zwischen der para- und sympathischer Aktivität des autonomen Nervensystems (ANS) differenzieren können (Sacha, 2014; Shaffer & Ginsberg, 2017). Liszio et al. (2018) nutzten als HRV-Parameter die SDSD. Die SDSD gehört zu den Zeitbereichsanalyseverfahren (time-domain) der HRV (Shaffer & Ginsberg, 2017). Höhere Werte werden als physiologische Entspannungsreaktion interpretiert. Allerdings ist die SDSD ein Gesamtvariabilitätsmaß, ohne klare Zuordnung zur para- oder sympathischer Aktivität, womit der Informationsgehalt relativ vergleichbar zur HR ist (Shaffer & Ginsberg, 2017). Somit scheinen die zuvor genannten Designunterschiede (Immersiondiskrepanz und/oder unterschiedlich lange/intensive Aktivierungsphasen) vielversprechender zu sein, um die inkonsistenten Ergebnisse zu erklären.

Neben den Zeitbereichsanalyseverfahren (Liszio et al., 2018) nutzten z.B. Anderson et al. (2017) Frequenzanalyseverfahren (frequency-domain) als HRV-Parameter wie die high-frequency (HF), low-frequency (LF) und das Verhältnis zwischen HF und LF. Der HF-Bereich wird der parasympathischen Aktivität zugeordnet (Shaffer & Ginsberg, 2017). Der LF-Bereich kann indes auf parasympathische und sympathische Aktivität zurückgeführt werden, gleichwohl bei Langzeitaufzeichnungen die LF eher Aufschluss über die sympathische Aktivität geben soll. Das Verhältnis zwischen HF und LF stellt die sympathovagale Balance dar (Shaffer & Ginsberg, 2017). Gleichwohl die genannten Frequenzanalysebereiche der HRV in der Theorie sensitivere Informationen über die parasympathische und sympathische Aktivität des ANS wiedergeben kann – im Vergleich zu der SDSD und/oder HR – fanden Anderson et al. (2017) keine signifikanten Unterschiede zwischen einem monoskopischen 360°Naturvideo via HMD und einer virtuellen Kontrollbedingung via HMD, sowie keine signifikanten Unterschiede zwischen der Ak-

tivierungsphase (Kopfrechenaufgaben) und der Entspannungsphase und Baseline (für mehr Details siehe Tabelle S1). Auch unsere Nachberechnungen der Zwischenbedingungseffektstärken zeigen, dass gleichwohl die Frequenzbereichsanalyse einen höheren Informationsgehalt über die para- und sympathische Aktivität wiedergeben kann als die SDSD und HR, die Effektstärken deutlich geringer sind als bei Liszio et al. (2018), jedoch höher sind als in unserer Studie (siehe Tabelle S4). Mostajeran et al. (2021) zeigten hingegen klare psychophysiologische Unterschiede zwischen ihrer Aktivierungs- (Kopfrechenaufgaben) und Reduzierungsphase gemessen mit der HR. Allerdings fanden sie keine signifikanten Unterschiede für die HR zwischen virtuellen Entspannungsbedingungen – ein ähnliches Ergebnismuster wie in unserer Studie. Abschließend fanden Villani et al. (2007) keine signifikanten Zwischenbedingungsentspannungseffekte, sowohl für die selbstberichteten als auch psychophysiologischen Parameter. Allerdings berichteten die Autoren keine deskriptiven Werte, weshalb wir die Effektstärken nicht nachträglich schätzen konnten (für mehr Infos siehe Tabelle S1).

Zusammenfassend können bestimmte Maße der HRV (wie z.B. die LF, HF, LF/HF) gegenüber der HR in der Theorie sensitiver zwischen para- und sympathischer Aktivität differenzieren. Damit bietet die HRV einen höheren Informationsgehalt über die Aktivität des ANS als die HR. Empirisch sind die Ergebnisse jedoch unklar und zeigen häufig nicht-signifikante Entspannungsunterschiede zwischen unterschiedlich immersiv dargebotenen Naturumgebungen (Mostajeran et al., 2021; Villani et al., 2007) und/oder im Vergleich zu virtuellen Kontrollbedingungen (Anderson et al., 2017). Auffällig ist, dass die bisherigen Studien zu virtuellen Naturumgebungen (Anderson et al., 2017; Liszio et al., 2018; Mostajeran et al., 2021; Villani et al., 2007) entweder die HR oder die HRV erfassten. Daher ist ein empirischer Vergleich, welcher Parameter möglicherweise geeigneter ist, um psychophysiologische Entspannungsunterschiede bei virtuellen Naturumgebungen zu detektieren, bisher nicht möglich. Zukünftige Studien sollten daher zur Überprüfung der psychophysiologischen Entspannungsreaktion sowohl die HR als auch die HRV berücksichtigen.

Der nahezu identische Verlauf der Hautleitfähigkeit (siehe Tabelle S5) in der HMD und PC-Bedingung kann möglicherweise auf die Naturgeräusche zurückgeführt werden. Dies steht im Einklang mit der Conditioned Restoration Theory (CRT; Egener et al., 2020), die eine konditionierte Entspannungsreaktion von Naturumgebungen (reale und virtuelle) postuliert. Demnach kann es sein, dass das Meeresrauschen an sich die Habitationsreaktion hervorgerufen hat.

Insgesamt konnte die vorliegende Studie keine signifikanten Unterschiede in der Psychophysiologie zwischen einer monoskopischen 360°Strandaufnahme via HMD und PC-Bildschirm feststellen. Dieser psychophysiologische Befund kann wiederum im Einklang mit den Ergebnissen von Yeo et al. (2020) interpretiert werden. Allerdings sind Inkonsistenzen zwischen selbstberichteter und psychophysiologischer Entspannung bei der Wirkung immersiv dargebotener Naturumgebungen auch

bei vorherigen Studien beobachtbar (Anderson et al., 2017; Browning et al., 2020; Liszio et al., 2018; Mostajeran et al., 2021; Villani et al., 2007). Somit bleibt es unklar, ob unsere selbstberichteten Entspannungsbewertungen durch den intraindividuellen Vergleich überschätzt sind oder die nicht-signifikanten psychophysiologischen Entspannungseffekte durch methodische Limitierungen erklärbar sind.

Allgemein wird die Divergenz in den Ent- bzw. Anspannungsebene auch in anderen Forschungsgebieten und über mehrere Jahre beobachtet (Campbell et al., 2012; Dalile et al., 2022; Gal & Lazarus, 1975). Dennoch scheint die multimodale Entspannungsoperationalisierung geeignet zu sein, um die Entspannung möglichst umfassend wiedergeben zu können. Wie in Tabelle S1 zusammengefasst, verfolgten die bisherigen Studien zu virtuellen Naturumgebungen unterschiedliche Ziele und nutzten unterschiedliche Studiendesigns, was die Vergleichbarkeit einschränkt. Insgesamt zeigen die bisherigen Studien, dass eher mit selbstberichteten Messinstrumenten Entspannungseffekte von virtuellen Naturumgebungen festgestellt worden sind, hingegen diese seltener mit psychophysiologischen Parametern repliziert werden konnten.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Studie konnte zeigen, dass ein monoskopisches 360°Strandvideo via HMD signifikant entspannender erlebt wurde als das gleiche Video via PC-Bildschirm. Dieser Effekt wird durch die räumliche Präsenz mediiert, wobei das Alter, Geschlecht und die Technologieängstlichkeit diesen Effekt nicht beeinflussen. Unter statistischer Kontrolle der räumlichen Präsenz war die PC-Bedingung mit höheren Entspannungsratings assoziiert. Dieser gegenläufige Effekt wurde ebenfalls in Yeo et al. (2020) festgestellt und wirft die Frage auf, welche weiteren Faktoren den Wirkungsunterschied monoskopischer 360°Naturvideos via HMD im Vergleich zu PC/TV-Bildschirm beeinflussen. Demnach sollten zukünftige Studien untersuchen, welche Darbietungsart für welche Rezipienten besonders geeignet sind.

In der vorliegenden Studie müssen die Ergebnisse jedoch vorsichtig interpretiert werden, da keine signifikanten Unterschiede in der Psychophysiologie gefunden wurden. Vermutlich haben methodische Limitationen, wie z. B. ein konfundierender Einfluss von Naturgeräuschen, das Ausbleiben eines psychophysiologischen Entspannungseffektes mitbedingt. Zudem kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Sensitivität der psychophysiologischen Parameter (HR und SCL) möglicherweise nicht ausreichend hoch gewesen ist – im Vergleich zu z. B. der HRV – um Unterschiede zwischen Entspannungsinterventionen von wenigen Minuten zu detektieren. Dem sollte in zukünftigen Studien nachgegangen werden. Zudem könnte auch die Operationalisierung der selbstberichteten Entspannung als Single-Item und/oder eine postrezeptive Überschätzung durch einen intraindividuellen Vergleich beider Bedingungen zu einer syste-

matischen Überschätzung in der selbstberichteten Entspannung geführt haben. Weshalb die Aussagekraft der selbstberichteten Entspannungsergebnisse limitiert ist und als vorläufig betrachtet werden sollte.

Neben weiterführenden grundlagenorientierten Studien sollten zukünftige Forschungsvorhaben auch die Übertragbarkeit der entspannenden Wirkung und Wirkmechanismen von monoskopischen 360°Naturvideos auf klinische Stichproben untersuchen. Speziell stressassoziierte Erkrankungen (z. B. Posttraumatische Belastungsstörung oder Depression) könnten von der entspannungsinduzierenden Wirkung monoskopischer 360°Naturvideo profitieren.

## 6 Literaturverzeichnis

- Anderson, A. P., Mayer, M. D., Fellows, A. M., Cowan, D. R., Hegel, M. T. & Buckley, J. C. (2017). Relaxation with immersive natural scenes presented using virtual reality. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 88(6), 520–526. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4747.2017>
- Baron, R.M. & Kenny, D.A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1173–1182.
- Ben-Shakhar, G. (1985). Standardization within individuals: a simple method to neutralize individual differences in skin conductance. *Psychophysiology*, 22(3), 292–299. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1985.tb01603.x>
- Browning, M. H. E. M., Mimnaugh, K. J., van Riper, C. J., Laurent, H. K. & LaValle, S. M. (2020). Can simulated nature support mental health? Comparing short, single-doses of 360-degree nature videos in virtual reality with the outdoors. *Frontiers in Psychology*, 10, 2667. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02667>
- Browning, M. H. E. M., Shipley, N., McAnirlin, O., Becker, D., Yu, C.-P., Hartig, T., & Dzhambov, A. M. (2020). An actual natural setting improves mood better than its virtual counterpart: a meta-analysis of experimental data. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02200>
- Campbell, J. & Ehler, U. (2012). Acute psychosocial stress: does the emotional stress response correspond with physiological responses? *Psychoneuroendocrinology*, 37(8), 1111–1134. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2011.12.010>
- Carlson, L. A., Hoffman, J., & Newcombe, N. (2010). Introduction to the special section on spatial reference frames: examining what and how information is encoded through the integration of cognitive, behavioral, and neuroscience approaches. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 36(3), 573–575. <https://doi.org/10.1037/a0019449>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Cummings, J. J., & Bailenson, J. N. (2016). How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media Psychology*, 19(2), 272–309. <https://doi.org/10.1080/15213269.2015.1015740>
- Dalile, B., La Torre, D., Verbeke, K., van Oudenhove, L. & Vervliet, B. (2022). When the mind says one thing, but the HPA axis says ano-

- ther: lack of coherence between subjective and neuroendocrine stress response trajectories in healthy men. *Psychoneuroendocrinology*, 139, 105692. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2022.105692>
- Egleston, B. L., Miller, S. M., & Meropol, N. J. (2011). The impact of misclassification due to survey response fatigue on estimation and identifiability of treatment effects. *Statistics in Medicine*, 30(30), 3560-3572.
- Egner, L. E., Sütterlin, S., & Calogiuri, G. (2020). Proposing a framework for the restorative effects of nature through conditioning: conditioned restoration theory. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18). <https://doi.org/10.3390/ijerph17186792>
- Felnhofer, A., Kothgassner, O. D., Hauk, N., Beutl, L., Hlavacs, H., & Kryspin-Exner, I. (2014). Physical and social presence in collaborative virtual environments: exploring age and gender differences with respect to empathy. *Computers in Human Behavior*, 31, 272-279. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.10.045>
- Frost, S., Kannis-Dymand, L., Schaffer, V., Millea, P., Allen, A., Stallman, H., ... & Atkinson-Nolte, J. (2022). Virtual immersion in nature and psychological well-being: a systematic literature review. *Journal of Environmental Psychology*, 101765. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101765>
- Gal, R. & Lazarus, R. S. (1975). The role of activity in anticipating and confronting stressful situations. *Journal of Human Stress*, 1(4), 4-20. <https://doi.org/10.1080/0097840X.1975.9939548>
- Hartmann, T., Wirth, W., Schramm, H., Klimmt, C., Vorderer, P., Gysbers, A., ... Maria Sacau, A. (2016). The spatial presence experience scale (SPES). *Journal of Media Psychology*, 28(1), 1-15. <https://doi.org/10.1027/1864-1105/a000137>
- Hayes, A. F., & Rockwood, N. J. (2020). Conditional process analysis: concepts, computation, and advances in the modeling of the contingencies of mechanisms. *American Behavioral Scientist*, 64(1), 19-54. <https://doi.org/10.1177/0002764219859633>
- Helson, H. (1948). Adaptation-level as a basis for a quantitative theory of frames of reference. *Psychological review*, 55(6).
- Hofer, M., Hartmann, T., Eden, A., Ratan, R., & Hahn, L. (2020). The role of plausibility in the experience of spatial presence in virtual environments. *Frontiers in Virtual Reality*, 1. <https://doi.org/10.3389/frvir.2020.00002>
- Hu, X., Zheng, J., Fan, T., Su, N., Yang, C., & Luo, L. (2020). Using multilevel mediation model to measure the contribution of beliefs to judgments of learning. *Frontiers in Psychology*, 11, 637. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00637>
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169-182. [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
- Kellert, S. R., & Wilson, E. O. (1995). *The Biophilia Hypothesis*. Island Press.
- Kim, H.-G., Cheon, E.-J., Bai, D.-S., Lee, Y. H. & Koo, B.-H. (2018). Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry investigation*, 15(3), 235-245. <https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17>
- Kirschbaum, C., Pirke, K. M., & Hellhammer, D. H. (1993). The "Trier Social Stress Test"-a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28(1-2), 76-81. <https://doi.org/10.1159/000119004>
- Knaust, T., Felnhofer, A., Kothgassner, O. D., Höllmer, H., Gorzka, R.-J., & Schulz, H. (2021). Exposure to virtual nature: the impact of different immersion levels on skin conductance level, heart rate, and perceived relaxation. *Virtual Reality*, 7(3), 1036. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00595-2>
- Kothgassner, O. D., Felnhofer, A., Hauk, N., Kasthofer, E., Gomm, J., & Kryspin-Exner, I. (2013). *TUI: Technology Usage Inventory*. Vienna: FFG.
- Kothgassner, O. D., Goreis, A., Kafka, J. X., Hlavacs, H., Beutl, L., Kryspin-Exner, I., & Felnhofer, A. (2018). Agency and gender influence older adults' presence-related experiences in an interactive virtual environment. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 21(5), 318-324. <https://doi.org/10.1089/cyber.2017.0691>
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 863.
- Liszio, S., Graf, L., & Masuch, M. (2018). The relaxing effect of virtual nature: immersive technology provides relief in acute stress situations. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine 2018*, 87.
- Loo, R. (2002). A caveat on using single-item versus multiple-item scales. *Journal of Managerial Psychology*, 17(1), 68-75. <https://doi.org/10.1108/02683940210415933>
- Manis, K. T., & Choi, D. (2019). The virtual reality hardware acceptance model (VR-HAM): extending and individuating the technology acceptance model (TAM) for virtual reality hardware. *Journal of Business Research*, 100, 503-513. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.021>
- Mauss, I. B., Levenson, R. W., McCarter, L., Wilhelm, F. H. & Gross, J. J. (2005). The tie that binds? Coherence among emotion experience, behavior, and physiology. *Emotion*, 5(2), 175-190. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.5.2.175>
- Mauss, I. B. & Robinson, M. D. (2009). Measures of emotion: a review. *Cognition & Emotion*, 23(2), 209-237. <https://doi.org/10.1080/02699930802204677>
- Mostajeran, F., Krzikawski, J., Steinicke, F. & Kühn, S. (2021). Effects of exposure to immersive videos and photo slideshows of forest and urban environments. *Scientific Reports*, 11(1), 3994. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83277-y>
- Ohly, H., White, M. P., Wheeler, B. W., Bethel, A., Ukoumunne, O. C., Nikolaou, V., & Garside, R. (2016). Attention restoration theory: a systematic review of the attention restoration potential of exposure to natural environments. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B, Critical Reviews*, 19(7), 305-343. <https://doi.org/10.1080/10937404.2016.1196155>
- Orne, M. T. (1962). On the social psychology of the psychological experiment: with particular reference to demand characteristics and their implications. *American Psychologist*, 17(11), 776-783. <https://doi.org/10.1037/h0043424>
- Postmes, T., Haslam, S. A., & Jans, L. (2013). A single-item measure of social identification: reliability, validity, and utility. *The British Journal of Social Psychology*, 52(4), 597-617. <https://doi.org/10.1111/bjso.12006>
- Rigoli, F. (2019). Reference effects on decision-making elicited by previous rewards. *Cognition*, 192, 104034. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.104034>
- Rinck, M., Williams, P., Bower, G. H., & Becker, E. S. (1996). Spatial situation models and narrative understanding: some generalizations and extensions. *Discourse Processes*, 21(1), 23-55. <https://doi.org/10.1080/01638539609544948>
- Sacha, J. (2014). Interaction between heart rate and heart rate variability.

- Annals of Noninvasive Electrocardiology: The Official Journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc.*, 19(3), 207–216. <https://doi.org/10.1111/anec.12148>
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: factor analytic insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266–281. <https://doi.org/10.1162/105474601300343603>
- Schwartz, M. S., & Andrasik, F. (Eds.) (2017). *Biofeedback: A Practitioner's Guide* (Fourth edition; paperback edition). New York: The Guilford Press.
- Shaffer, F. & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Slater, M. (2003). A note on presence terminology. *Presence Connect*, 3(3), 1–5.
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 751. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(6), 603–616. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201–230. [https://doi.org/10.1016/s0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/s0272-4944(05)80184-7)
- Vaquero-Blasco MA, Perez-Valero E, Morillas C, Lopez-Gordo MA (2021) Virtual reality customized 360-degree experiences for stress relief. *Sensors* 21(6). <https://doi.org/10.3390/s21062219>
- Villani, D., Riva, F. & Riva, G. (2007). New technologies for relaxation: the role of presence. *International Journal of Stress Management*, 14(3), 260–274. <https://doi.org/10.1037/1072-5245.14.3.260>
- Weech, S., Kenny, S., & Barnett-Cowan, M. (2019). Presence and cyber-sickness in virtual reality are negatively related: a review. *Frontiers in Psychology*, 10, 158. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00158>
- Watson, D., Clark, L. A. & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063–1070. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>
- Wirth, W., Hartmann, T., Böcking, S., Vorderer, P., Klimmt, C., Schramm, H., ... Jäncke, P. (2007). A process model of the formation of spatial presence experiences. *Media Psychology*, 9(3), 493–525. <https://doi.org/10.1080/15213260701283079>
- Yeo, N. L., White, M. P., Alcock, I., Garside, R., Dean, S. G., Smalley, A. J., & Gatersleben, B. (2020). What is the best way of delivering virtual nature for improving mood? An experimental comparison of high definition TV, 360° video, and computer generated virtual reality. *Journal of Environmental Psychology*, 72, 101500. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101500>

## Kontaktinformation

Thiemo Knaust: [thiemo1knaust@bundeswehr.org](mailto:thiemo1knaust@bundeswehr.org)  
 Anna Felnhofer: [anna.felnhofer@meduniwien.ac.at](mailto:anna.felnhofer@meduniwien.ac.at)  
 Oswald Kothgassner: [oswald.kothgassner@meduniwien.ac.at](mailto:oswald.kothgassner@meduniwien.ac.at)  
 Helge Höllmer: [helgehoellmer@bundeswehr.org](mailto:helgehoellmer@bundeswehr.org)  
 Robert Gorzka: [robertgorzka@bundeswehr.org](mailto:robertgorzka@bundeswehr.org)  
 Holger Schulz: [schulz@uke.de](mailto:schulz@uke.de)

## \*Korrespondierender Autor

Thiemo Knaust, M.Sc., Zentrum für Seelische Gesundheit,  
 Bundeswehrkrankenhaus Hamburg, Deutschland, Lesserstraße 180,  
 22049 Hamburg, T: (040) 6947 – 26410,  
 E-Mail: [thiemo1knaust@bundeswehr.org](mailto:thiemo1knaust@bundeswehr.org)

## Interessenkonflikt & Förderung

Keiner der Autoren deklariert einen persönlichen oder finanziellen Interessenkonflikt. Die vorliegende Arbeit erhielt keine Fördermittel, Zuschüsse oder sonstige finanzielle Unterstützung.

## Supplementary Material

**Tab. S1:** Detaillierte Übersicht über bisherige Studien zu virtuellen Naturumgebungen die selbstberichtete und psychophysiologische Zielvariablen erhoben haben.

Quelle	Design & Stichprobe	Interventionen	Abhängige Variablen für Entspannung	Ergebnisse
Anderson et al. (2017)	<p><u>Design:</u> Innersubjektdesign</p> <p><u>Stichprobenumfang</u> N = 18</p> <p><u>Länge der virtuellen Natur:</u> 15 Minuten</p> <p><u>Nutzung eines Stressors:</u> Ja, Kopfrechenaufgaben</p> <p><u>Erhebungsmesszeitpunkte:</u> <i>PANAS:</i> Baseline, Post-Stressor; Post-Intervention; Insgesamt: 7x</p> <p><i>MRJPQ:</i> Post-Intervention; Insgesamt: 3x</p> <p><i>EDA &amp; HRV:</i> Kontinuierlich; Aggregiert zu 2-Minuten-Intervallen (Baseline; Stressor; Anfang, Mitte, Ende der jeweiligen Intervention)</p>	<p><u>Intervention 1 (I1):</u> Mono 360° Strandaufnahme via 6DoF HMD</p> <p><u>Intervention 2 (I2):</u> Mono 360° Naturaufnahmen aus Irland via 6DoF HMD</p> <p><u>Intervention 3 (I3):</u> 360° Klassenzimmer via 6DoF HMD</p>	<p><u>Selbstberichtete Messinstrumente:</u> PANAS und MRJPQ</p> <p><u>Psychophysiologie:</u> EDA und HRV</p>	<p><i>Selbstberichtete Messinstrumente</i> <u>PANAS:</u> Es wurden keine signifikanten Unterschiede im negativen und positiven Affekt zwischen den Bedingungen bei der Post-Messung gefunden. Allerdings wurde eine signifikante Verringerung des negativen Affekts vom Prä-Post für I1 und I2, aber nicht für I3 gefunden. Im Gegensatz zeigte sich in der I3 eine signifikante Verringerung des positiven Affekts vom Prä-Post-Zeitpunkt, was nicht bei I1 und I2 gefunden wurde.</p> <p><u>MRJPQ:</u> I1 und I2 hatten signifikant höhere MRJPQ-Werte als I3.</p> <p><i>Psychophysiologie</i> <u>EDA:</u> Signifikanter Zeiteffekt. Die Hautleitfähigkeit sank in allen drei Bedingungen kontinuierlich. Die Strandaufnahme (I1) unterschritt signifikant das Baselinenniveau. Die anderen Bedingungen nicht.</p> <p><u>HRV:</u> Die LF war bei dem Messzeitpunkt Stress signifikant niedriger als beim Messzeitpunkt Beginn für I2 und I3. Es gab keine weiteren signifikanten Prä-Post oder Zwischenbedingungeffekte.</p> <p>Die HF war bei dem Messzeitpunkt Stressor signifikant niedriger als bei allen anderen Messzeitpunkte (Beginning, Middle, End) der I1, I2 und I3. Es gab keine weiteren signifikanten Prä-Post oder Zwischenbedingungeffekte.</p> <p>Das Verhältnis LF/HF war bei dem Messzeitpunkt Beginning der I3 signifikant größer als beim Messzeitpunkt Middle und End. Für I1 war der Stressmesszeitpunkt signifikant größer als die Messzeitpunkte Beginning, Middle und End. Es gab keine weiteren signifikanten Prä-Post oder Zwischenbedingungeffekte.</p>

**Fortsetzung Tab. S1:** Detaillierte Übersicht über bisherige Studien zu virtuellen Naturumgebungen die selbstberichtete und psychophysiologische Zielvariablen erhoben haben.

Quelle	Design & Stichprobe	Interventionen	Abhängige Variablen für Entspannung	Ergebnisse
Browning et al. (2020)	<p><u>Design:</u> Zwischensubjekt-design mit Messwiederholungen (Prä-Post)</p> <p><u>Stichprobenumfang</u> N = 90; n = 30</p> <p><u>Länge der virtuellen Natur:</u> 6 Minuten</p> <p><u>Nutzung eines Stressors:</u> Nein</p> <p><u>Erhebungsmesszeitpunkte:</u> <i>PANAS:</i> Prä und Post-Intervention; Insgesamt 2x, pro Bedingung.</p> <p><i>PRS:</i> Post-Intervention; Insgesamt: 1x, pro Bedingung</p> <p><i>EDA:</i> Kontinuierlich; aggregiert zu 30 Sekundenintervalle</p>	<p><u>Intervention 1 (I1):</u> Mono 360° Waldaufnahme via 6DoF HMD</p> <p><u>Intervention 2 (I2):</u> Reale Waldumgebung</p> <p><u>Intervention 3 (I3):</u> Kontrollbedingung ohne Natur (einfaches dasitzen).</p>	<p><u>Selbstberichtete Messinstrumente:</u> <i>PANAS</i> und <i>PRS</i></p> <p><u>Psychophysiologie:</u> <i>EDA</i></p>	<p><i>Selbstberichtete Messinstrumente</i> <u><i>PANAS:</i></u> Der positive Affekt in der I3 war beim Postzeitpunkt signifikant niedriger als bei der I1 und I2. Der negative Affekt nahm signifikant in allen Bedingungen ab. Es wurden keine weiteren signifikanten Zwischenbedingungsunterschiede festgestellt.</p> <p><u><i>PRS:</i></u> Die <i>PRS</i> in der I3 war beim Postzeitpunkt signifikant niedriger als bei der I1 und I2. Es wurden keine weiteren signifikanten Effekte festgestellt.</p> <p><i>Psychophysiologie</i> <u><i>EDA:</i></u> Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen I1 und I2 gefunden. Im Vergleich zu I3 wurde ein signifikant höheres <i>EDA</i>-Niveau zu I1 und I2 gefunden und ein kontinuierlicher steigender Trend.</p>

**Fortsetzung Tab. S1:** Detaillierte Übersicht über bisherige Studien zu virtuellen Naturumgebungen die selbstberichtete und psychophysiologische Zielvariablen erhoben haben.

Quelle	Design & Stichprobe	Interventionen	Abhängige Variablen für Entspannung	Ergebnisse
Liszio et al. (2018)	<p><u>Design:</u> Zwischensubjekt-design mit Messwiederholungen (baseline, induction, post-induction, manipulation, post-manipulation)</p> <p><u>Stichprobenumfang</u> N = 62; n<sub>11</sub> = 22, n<sub>12</sub> = 17, n<sub>13</sub> = 23</p> <p><u>Länge der virtuellen Natur:</u> 7 Minuten</p> <p><u>Nutzung eines Stressors:</u> Ja, virtuelle Version des TSST</p> <p><u>Erhebungsmesszeitpunkte:</u> STAI: Baseline, Post-Stressor, Post-Resting; Insgesamt: 3x, pro Bedingung</p> <p><u>PANAS:</u> Baseline, Post-Stressor, Post-Resting; Insgesamt: 3x, pro Bedingung</p> <p><u>HRV:</u> SDSD-5-Minuten-Intervalle zum Ende der Baseline, Stressor und Restingphase; Insgesamt: 3x, pro Bedingung</p> <p><u>Cortisol:</u> Baseline, 15 min nach der Stressorphase, 15 min nach der Restingphase, Insgesamt 3x, pro Bedingung.</p>	<p><u>Intervention 1 (I1):</u> computer-programmierte 3D Unterwasserumgebung („theBlu“) via 6DoF HMD</p> <p><u>Intervention 2 (I2):</u> eine Bildschirmaufnahme von theBlu (2D computer-programmierte Unterwasserumgebung) via PC-Bildschirm.</p> <p><u>Intervention 3 (I3):</u> Kontrollbedingung ohne Natur (im Raum warten).</p>	<p><u>Selbstberichtete Messinstrumente:</u> PANAS und STAI</p> <p><u>Psychophysiologie:</u> HRV und Cortisol</p>	<p><i>Selbstberichtete Messinstrumente</i></p> <p><u>STAI:</u> Die „Post-Manipulation-Post-Induction“ Differenz des STAI zeigt, dass I1 signifikant mehr Angst reduziert hat als I2 und I3. I2 und I3 unterschieden sich nicht signifikant.</p> <p><u>PANAS:</u> Die „Post-Manipulation-Post-Induction“ Differenz des positiven Affekts zeigt, dass der positive Affekt in I1 signifikant größer war als bei I2 und I3. I2 und I3 unterschieden sich nicht signifikant. Es wurden keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des negativen Affekts gefunden.</p> <p><i>Psychophysiologie</i></p> <p><u>HRV:</u> Die HRV-Werte (SDSD) in der I1 war signifikant höher als bei I2 und I3 zum Postzeitpunkt (post-manipulation). Es wurden keine weiteren signifikanten Zwischenbedingungsunterschiede festgestellt.</p> <p><u>Cortisol:</u> Es wurden keine signifikanten Zwischensubjektbedingungsunterschiede gefunden.</p>

**Fortsetzung Tab. S1:** Detaillierte Übersicht über bisherige Studien zu virtuellen Naturumgebungen die selbstberichtete und psychophysiologische Zielvariablen erhoben haben.

Quelle	Design & Stichprobe	Interventionen	Abhängige Variablen für Entspannung	Ergebnisse
Mostajeran et al. (2021)	<p><u>Design:</u> Gemischtesdesign</p> <p><u>Stichprobenumfang</u> N = 34</p> <p><u>Länge der virtuellen Natur:</u> 6 Minuten</p> <p><u>Nutzung eines Stressors:</u> Ja, Kopfrechen</p> <p><u>Erhebungsmesszeitpunkte:</u> STADI-S, SSSQ, PSS, POMS, IPQ: Post-Kontrolle und Post-Experimentalbedingung; Insgesamt: 2x.</p> <p>SSQ: Start &amp; Ende, Insgesamt: 2x, pro Bedingung.</p> <p>HR &amp; EDA: Kontinuierlich; die Daten wurden gemittelt über die Stressoren (Kopfrechenaufgaben), welche jeweils 5 Minuten lang waren; sowie über die Länge der Interventionen (6 Minuten). Hieraus wurden Differenzwerte kalkuliert (Stressor – Intervention) und diese für die Varianzanalyse genutzt.</p>	<p><u>Intervention 1 (I1):</u> Mono 360°Waldaufnahme via 6DoF HMD</p> <p><u>Intervention 2 (I2):</u> Mono 360° Stadtaufnahme via 6DoF HMD</p> <p><u>Intervention 3 (I3):</u> Waldfotos via 6DoF HMD</p> <p><u>Intervention 4 (I4):</u> Stadtphotos via 6DoF HMD</p>	<p><u>Selbstberichtete Messinstrumente:</u> STADI-S, POMS, SSSQ, PSS, IPQ und SSQ</p> <p><u>Psychophysiologie:</u> HR und EDA</p>	<p><i>Selbstberichtete Messinstrumente</i> <u>STADI-S:</u> Es wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.</p> <p><u>SSSQ:</u> Es wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.</p> <p><u>PSS:</u> Es wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.</p> <p><u>POMS:</u> Die Waldaufnahme führten zu einer signifikant größeren Reduzierung des POMS als die Stadtaufnahmen. Post-Hoc-Tests zeigten, dass der Unterschied zwischen I1 und I2 zurückzuführen ist. Weitere signifikanten Unterschiede wurden nicht gefunden.</p> <p><u>IPQ:</u> Die 360°Aufnahmen führten zu einem signifikant höheren Präsenzerleben als die Fotos. Das Waldmaterial führte zu einem signifikant höherem Präsenzerleben als das Stadtmaterial. Interaktionseffekte wurden nicht festgestellt.</p> <p><u>SSQ:</u> Der Pre-Post t-test zeigt, dass die Simulator Sickness signifikant zugenommen hat.</p> <p><i>Psychophysiologie</i> <u>HR:</u> Alle Bedingungen führten zu einer signifikanten Reduzierung der Herzrate. Keine signifikanten Zwischenbedingungseffekte wurden gefunden.</p> <p><u>EDA:</u> Die EDA-Differenz (Kopfrechenphase-Experimentalphase) war bei den Fotos signifikant größer als bei den 360°Videos. I1 unterschied sich nicht signifikant von den anderen Bedingungen. I3 war signifikant größer als I2 und I4 signifikant größer als I2.</p>



**Fortsetzung Tab. S1:** Detaillierte Übersicht über bisherige Studien zu virtuellen Naturumgebungen die selbstberichtete und psychophysiologische Zielvariablen erhoben haben.

Quelle	Design & Stichprobe	Interventionen	Abhängige Variablen für Entspannung	Ergebnisse
Villani et al. (2007)	<p><u>Design:</u> Zwischensubjekt-design mit Messwiederholungen (Prä-Post an zwei Tagen)</p> <p><u>Stichprobenumfang</u> N = 64, n<sub>1</sub> = 16, n<sub>2</sub> = 16, n<sub>3</sub> = 16, n<sub>4</sub> = 16</p> <p><u>Länge der virtuellen Natur:</u> n.r.</p> <p><u>Nutzung eines Stressors:</u> Ja, Kopfrechen</p> <p><u>Erhebungsmesszeitpunkte:</u> STAI, VAS, PANAS, COPE und ITC-SOPI Prä-Post Intervention, pro Tag; Insgesamt: 4x.</p> <p>HR, Rr, EDA und EMG: Prä- und Post-Intervention, 3-Min-Messung; Insgesamt 4x.</p>	<p><u>Intervention 1 (I1):</u> 3D computer-programmierter Strand über 3DoF HMD.</p> <p><u>Intervention 2 (I2):</u> Strandaufnahme via TV</p> <p><u>Intervention 3 (I3):</u> Angeleitete Imagination</p> <p><u>Intervention 4 (I4):</u> Kontrollbedingung ohne Intervention</p>	<p><u>Selbstberichtete Messinstrumente:</u> STAI, VAS (8 unterschiedliche Emotionen), PANAS, COPE und ITC-SOPI</p> <p><u>Psychophysiologie:</u> HR, Rr, EDA und EMG</p>	<p><i>Selbstberichtete Messinstrumente</i></p> <p><u>STAI:</u> Es wurden keine signifikanten Zwischenbedingungsunterschiede festgestellt.</p> <p><u>VAS:</u> Es wurden keine signifikanten Zwischenbedingungsunterschiede festgestellt.</p> <p><u>PANAS:</u> Es wurden keine signifikanten Zwischenbedingungsunterschiede festgestellt.</p> <p><u>COPE:</u> Es wurden keine signifikanten Zwischenbedingungsunterschiede festgestellt.</p> <p><u>ITC-SOPI:</u> Es wurden keine signifikanten Zwischenbedingungsunterschiede festgestellt.</p> <p><i>Psychophysiologie</i></p> <p><u>HR:</u> Es wurden keine signifikanten Zwischenbedingungsunterschiede festgestellt.</p> <p><u>Rr:</u> Es wurden keine signifikanten Zwischenbedingungsunterschiede festgestellt.</p> <p><u>EDA:</u> Es wurden keine signifikanten Zwischenbedingungsunterschiede festgestellt.</p> <p><u>EMG:</u> Es wurden keine signifikanten Zwischenbedingungsunterschiede festgestellt.</p>

*Notiz.* 6DoF = six degrees of freedom, COPE = coping orientation to problems experienced, EDA = electrodermal activity, EMG = electromyography, HF = high frequency, HMD = head mounted display, HRV = heart rate variability, IPQ = igroup presence questionnaire, ITC-SOPI = ITC-Sense of Presence Inventory, LF = low frequency, MRJPQ = modified reality judgment and presence questionnaire, PANAS = positive and negative affect schedule, POMS = profile of mood states, PRS = perceived restorativeness scale, PSS = perceived stress scale, Rr = respiratory rate, SDSD = the standard deviation of the differences between successive NN intervals, SSQ = simulator sickness questionnaire, SSSQ = short stress state questionnaire, STADI-S = the state-trait anxiety-depression inventor, STAI = state-trait anxiety inventory, VAS = visual analog scale.

**Tab. S2:** Der Einfluss der HMD-Vorerfahrung (Ja / Nein) auf Pfad a & b der Multilevel Mediationsanalyse des räumlichen Präsenzerlebens auf die selbstberichtete Entspannung

Pfad	$\beta$	95%KI	SE	t(df)	p
a	0.060	[-.138, .259]	.10	0.60 (98)	.548
b	-	[-.156, .016]	.04	1.60 (98)	.111

Notiz. SE = Standardfehler, KI = Konfidenzintervall, df = Freiheitsgrad.

**Tab. S3:** Nachberechnungen der Effektstärken von Liszjo et al. (2018)

Variablen	M	SD	M	SD	M	SD
	VR <sub>Baseline</sub> <sup>a</sup>		Desktop <sub>Baseline</sub> <sup>b</sup>		Kontrolle <sub>Baseline</sub> <sup>c</sup>	
HRV SDSD	53.8	32.8	48.6	22.0	49.8	23.6
Cortisol	13.9	7.24	12.6	7.38	12.0	6.50
	VR <sub>Stress</sub> <sup>d</sup>		Desktop <sub>Stress</sub> <sup>e</sup>		Kontrolle <sub>Stress</sub> <sup>f</sup>	
HRV SDSD	46.3	25.4	50.6	16.5	44.1	19.2
Cortisol	21.1	17.0	23.3	22.9	19.7	16.5
	VR <sub>Resting</sub> <sup>g</sup>		Desktop <sub>Resting</sub> <sup>h</sup>		Kontrolle <sub>Resting</sub> <sup>i</sup>	
HRV SDSD	63.3	37.2	38.9	12.9	41.5	16.1
Cortisol	13.0	6.55	15.1	14.5	14.4	11.6
Effektstärken für HRV SDSD						
	Cohen's $d^{ad}$		Cohen's $d^{be}$		Cohen's $d^{ef}$	
	-0.252		0.101		-0.262	
	Cohen's $d^{dg}$		Cohen's $d^{eh}$		Cohen's $d^{fi}$	
	0.516		-0.779		-0.146	
	Cohen's $d^{gh}$		Cohen's $d^{hi}$		Cohen's $d^{ig}$	
	-0.885		0.181		0.728	
Effektstärken für Cortisol						
	Cohen's $d^{ad}$		Cohen's $d^{be}$		Cohen's $d^{ef}$	
	0.487		0.529		0.535	
	Cohen's $d^{dg}$		Cohen's $d^{eh}$		Cohen's $d^{fi}$	
	-0.545		-0.409		-0.361	
	Cohen's $d^{gh}$		Cohen's $d^{hi}$		Cohen's $d^{ig}$	
	0.179		-0.054		-0.148	

Notiz. Die Effektstärken wurden gemäß Lakens (2013) nachberechnet.

**Tab. S4:** Nachberechnungen der Effektstärken von Anderson et al. (2017)

Variablen	Ende (Kontrolle) <sup>a</sup>		Ende (Strand) <sup>b</sup>		Ende (Irland) <sup>c</sup>	
	M	SD	M	SD	M	SD
HRV Low Frequency (LF)	130	180	110	70	130	110
	Cohen's $d^{bb}$		Cohen's $d^{bc}$		Cohen's $d^{ca}$	
	-0.127		0.207		0.001	
HRV High Frequency (HF)	100	80	130	90	110	120
	Cohen's $d^{bb}$		Cohen's $d^{bc}$		Cohen's $d^{ca}$	
	0.351		-0.185		-0.094	
HRV LF/HF	1.38	1.28	0.92	0.36	1.88	1.75
	Cohen's $d^{bb}$		Cohen's $d^{bc}$		Cohen's $d^{ca}$	
	-0.402		0.600		-0.319	

*Notiz.* HF = high frequency, LF = low frequency, Höhere LF-Werte sind eher mit sympathischer Aktivität assoziiert, höhere HF-Werte hingegen eher mit parasympathischer Aktivität und ein niedrigeres LF/HF Verhältnis deutet eher auf die Dominanz des Parasympathikus und ein höheres LF/HF Verhältnis auf die Dominanz der Sympathikus hin. Die Effektstärken wurden gemäß Lakens (2013) nachberechnet.

**Tab. S5:** Deskriptive Statistik für den zeitlichen Verlauf der Herz Rate und der Hautleitfähigkeit. Für die zweiminütige Baseline wurden die Probanden instruiert mit offenen Augen ruhig dasitzen.

	Herz Rate (bpm)						z-transformierte Herz Rate								
	Baseline		PC		HMD		Baseline		PC		HMD				
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD			
Min. 1	73.99	10.07	73.74	10.40	73.21	10.49	-	0.30	0.37	-	0.34	0.31	-	0.38	0.37
Min. 2	74.80	10.56	74.15	10.45	73.36	10.54	-	0.22	0.32	-	0.29	0.27	-	0.38	0.28
Min. 3			74.09	10.63	73.78	10.22				-	0.31	0.29	-	0.33	0.28
Min. 4			73.60	10.58	73.35	10.05				-	0.34	0.29	-	0.36	0.25
Min. 5			74.36	10.36	74.33	10.19				-	0.27	0.30	-	0.30	0.33
	Hautleitfähigkeit (micro Siemens)						z-transformierte Hautleitfähigkeit								
	Baseline		PC		HMD		Baseline		PC		HMD				
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD			
Min. 1	3.51	3.03	5.83	3.75	5.87	3.90	-	1.73	0.68	0.36	0.53	0.38	0.56		
Min. 2	3.23	2.79	5.35	3.62	5.41	3.77	-	1.92	0.50	-	0.04	0.50	-	0.03	0.53
Min. 3			5.07	3.67	5.08	3.73				-	0.31	0.53	-	0.30	0.54
Min. 4			4.85	3.57	4.85	3.71				-	0.50	0.58	-	0.49	0.59
Min. 5			4.72	3.53	4.73	3.70				-	0.62	0.61	-	0.60	0.63

*Notiz.* Bpm = beats per minute.

# An Assessment of Learners' Needs Regarding Learning Videos and Immersive Learning Environments

Ingrid Wahl<sup>1,2\*</sup>, Stefanie Kuso<sup>3</sup> & Barbara Wimmer<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Communication, University of Vienna, Austria

<sup>2</sup> Business Administration & Psychology Bachelor, FernFH Distance-Learning University of Applied Sciences, Vienna, Austria

<sup>3</sup> Aging Services Management Bachelor; FernFH Distance-Learning University of Applied Sciences, Vienna, Austria

<sup>4</sup> E-Learning & Web-Support Center; FernFH Distance-Learning University of Applied Sciences, Vienna, Austria

## Abstract

**Background:** Learning videos are widely used in education and theory-based design principles are established. To derive design recommendations for learning material, however, potential users should be involved. Immersive learning environments (e.g., augmented reality, virtual reality) are new and there are no recommendations for their use yet.

**Objective:** This paper focuses on the learners' perspectives and explores learners' needs regarding learning videos and immersive learning environments, to examine their fit with established design principles and to derive additional design recommendations. Furthermore, we aimed to identify suitable application contexts.

**Methods:** In total, 14 current and former students participated in two online focus groups. They were asked about their usage habits regarding learning videos and what are potential areas of immersive learning material for their studies. Thematic analysis was used to identify relevant themes.

**Results:** Results indicate that some of the established design principles might be frequently violated, as they are often mentioned. Additional recommendations concern mostly the user interface, but also didactics, and instructions. Learning videos are mainly used for demanding and dry subjects, when a different approach is needed, or to catch up on lacking previous knowledge. Being someone else, being somewhere impossible, and being involved were identified as suitable applications for immersive technologies.

**Conclusion:** Experience with immersive learning technologies is scarce among students, nonetheless they have ideas about how immersive learning environments could support their learning activities. The recommendations presented should be implemented and their effect on learning outcomes should be empirically tested.

**Keywords:** immersive learning, designing principles, multimedia learning, virtual reality, augmented reality

Article History

Received 28 February 2022

Revised 7 July 2022

Accepted 7 July 2022

DOI 10.24989/dp.v3i2.2050

## 1 Introduction

When videos emerged as elearning tools, they promised advantages compared to text-based elearning, as they offer the possibility to display dynamic contents, to vividly illustrate situations and procedures, and to illustrate things that are otherwise difficult to observe (Petko & Reusser, 2005). The vast developments in information and communication technology provide learners with even more possibilities to change perspectives and to interact with learning materials, allowing them to fully immerse in learning environments.

Immersive learning environments (ILE) are mostly implemented as virtual reality (VR) or as augmented reality (AR). VR uses a head mounted device which in its simplest form allows viewers of a video to look in all directions or in a rather advanced form allows the wearer to engage in complete com-

puterized presentations of real or invented worlds. For AR also electronic devices such as smart phones are used in which the real world is enhanced (i.e., augmented) with computerized contents. Examples for the successful implementation in immersive learning range from learning environments in which co-located and remote learners can interact with each other (VR; Gautam et al., 2018) to AR laboratories for teaching mechanics (Kaufmann & Meyer, 2008). ILE are more positively evaluated and learners feel a greater sense of presence than with learning videos (Makransky et al., 2021; Makransky & Petersen, 2019). Also, when students are asked to enact the behavior they should learn in virtual learning environments, they have a better procedural knowledge and can transfer their knowledge better compared to learning videos (Makransky et al., 2021). However, to support learners achieving their learning goals with ILE, these environments need to be carefully designed.

For creating well designed multimedia learning content, various design principles are established by scientists and practitioners. But these principles mainly focus on theoretical assumptions and are only tested experimentally following the development process (Mayer, 2002; Mayer & Moreno, 1998, 2003; Narayanan & Hegarty, 1998). Furthermore, there are no ILE-specific principles available until now. Only when learners are consulted in advance, important features related to learners' needs can be implemented that might be overlooked if only relying on the designers' views. Thus, user-centered design is crucial, i.e. to consider learners' perspectives and needs regarding the design of videos and ILE from the beginning of the development process.

## 2 Theories on Multimedia Design

Different theories on designing multimedia content for learning and for different media formats emerged over the years. The most prominent theories are the cognitive theory of multimedia learning and its expansion, the cognitive-affective theory of learning with media. The theory of multimedia learning has three assumptions: (a) audio and visual information is processed in two different channels, (b) each channel has a limited capacity, (c) humans are active learners through paying attention to relevant incoming information, organizing this information into coherent mental representations, and integrating the obtained information with previous knowledge (Mayer, 2005; Mayer & Moreno, 1998). For interactive content (i.e., dialoguing, controlling, manipulating, searching, and navigating) the cognitive-affective theory of learning with media suggests four additional assumptions, namely that (d) long term memory consists of past experiences and general knowledge, (e) motivational factors influence cognitive engagement, (f) metacognitive factors regulate cognitive processing and affect, and (g) learners' prior knowledge influences learning outcomes (Moreno & Mayer, 2007).

Another important theory, which specifically focuses on learning dynamic and complex processes like machines or algorithms, is the cognitive process model of multimedia comprehension (Narayanan & Hegarty, 2002). The cognitive process model states that learning should follow four steps. First, complex processes should be decomposed into simpler parts, second, a static mental model through mentally representing the relations between each part should be generated, third, potential causal relationships should be identified, and fourth, a dynamic mental model by mental simulation and inference should be constructed. Prior knowledge and spatial comprehension are assumed to facilitate learning complex processes (Narayanan & Hegarty, 1998).

From these theories and driven from practice (see Cuendet et al., 2013), design principles for learning with multimedia have been developed. Especially, design principles derived from the cognitive theory of multimedia learning and the cognitive-affective theory of learning with media have been found to be

valid in a meta-meta-analysis (Noetel et al., 2021). The design principles can be grouped according to whether they concern user interface, didactics, or the instruction of learning material. Figure 1 provides an overview of the derived principles and includes a brief explanation for each and the next section describes how multimedia should be designed according to the principles.

## 3 Multimedia Design Principles

### Design Principles Concerning the User Interface

Especially for educational videos specific principles should be followed concerning the design of the user interface, so that neither the audio nor the visual channel is overloaded and less cognitive resources are bound (Mayer, 2005; Mayer & Moreno, 1998). When videos, for example, show graphics and explanatory written text at the same time, the visual channel is crowded while the audio channel is left empty. Thus, videos should use both pictures and speech to prevent overloading one channel. This applies also when showcasing animations as providing verbal descriptions rather than on-screen text prevents the visual channel from overloading. Accordingly, it is recommended to accompany animations only with verbal descriptions and leaving out on-screen texts (Brame, 2015; Mayer, 2002; Mayer & Moreno, 1998, 2003). Also, in augmented learning environments, it is advised to use less rather than more visualizations and functionalities (Cuendet et al., 2013).

Furthermore, corresponding words and images should be presented in close spatial and temporal proximity to each other. This allows learners to concentrate on the learning material instead of having to search for additional information, thus tying up fewer cognitive resources. To prevent diverting learners' attention from the actual learning material it is suggested to also omit unnecessary images and sounds. This is even true when the additional but unnecessary material is interesting. To further reduce learners' cognitive load and to allocate their attention, the learning material should contain cues on how to select and organize it (Brame, 2015; Mayer, 2002; Mayer & Moreno, 1998, 2003).

### Design Principles concerning Didactics

Didactics principles have been developed to guide learning activities, especially for interactive content (Brame, 2015; Mayer, 2002; Mayer & Moreno, 1998, 2003). Pedagogical agents (e.g., cartoon characters), for example, can help directing the cognitive process and therefore help with the selection, organization, and integration of newly learned material. It is further suggested to ask learners to reflect on their actions during the meaning making process to assist them in organizing and integrating new information. To reduce learners' cognitive load, explanations why answers are correct or incorrect should be provided. For the

same reason, learners should have the possibility to control the pace of the learning material's presentation (e.g., next buttons) so that smaller chunks of the learning content can be stored in their working memory (Mayer, 2002; Mayer & Moreno, 1998, 2003).

When learners need to understand dynamic and complex processes, further didactic principles should be applied to guide their learning. Interlocking components are best explained by stating each component separately beforehand, so that the individual parts are already known and the cognitive load of learning the complete material is decreased (Brame, 2015; Mayer, 2002; Moreno & Mayer, 2007). Similarly, it is suggested to use verbal and visual cues to decompose complex processes into small parts so that each part is understood individually before learning the complex process. To support learners in recalling prior knowledge, both verbal and visual cues should be provided and spatial and logical connections between different parts of a process should be explicitly explained (e.g., different perspectives of a machine to show spatial relations). In case that different verbal and visual explanations mean the same thing, this should be stated explicitly (e.g., visually highlighting the parts verbally described). Also, verbal and visual explanations should be implemented to assist learners to understand how each part of a

process influences the other parts. Before learners view the actual animation of a complex system, they should be encouraged to mentally simulate the process to improve comprehension. In case that basic knowledge cannot be presupposed, then these basics should be clarified in a separate section and referenced in the main explanation (Narayanan & Hegarty, 1998, 2002).

**Design Principles concerning Instruction**

There are also a number of principles for instructors that should be taken into account, especially when using media-centered ILE such as AR. Although multimedia learning material is integrated into regular learning activities, the person teaching should still be the focus of the class, not the multimedia use. Instructors should be made aware of learners' progress and dynamics through the ILE being used. Having access to information about learners' progress in ILE allows them to help when needed (Cuendet et al., 2013). For instructions and explanations, it is recommended, to use a conversational style as learners try harder to understand information presented in this form (Brame, 2015; Mayer, 2002; Moreno & Mayer, 2007).

Design principles for multimedia		
Principles concerning user interface	Principles concerning didactics	Principles concerning instruction
<i>Multimedia principle</i> : using pictures as well as speech to prevent overloading one channel (a)	<i>Guided activity principle</i> : using pedagogical agents to direct cognitive processes (b)	<i>Integration principle</i> : integrating ILE material into regular learning activities (d)
<i>Modality principle</i> : supporting animations with verbal descriptions (a)	<i>Reflection principle</i> : prompting learners to reflect on their actions during meaning making (b)	<i>Empowerment principle</i> : making sure that instructors are still the center of the class (d)
<i>Redundancy principle</i> : using animation only with verbal descriptions (a)	<i>Feedback principle</i> : explaining why given answers are correct or incorrect (b)	<i>Awareness principle</i> : informing instructors of learners' progress and dynamics through ILE (d)
<i>Minimalism principle</i> : applying rather less than more visualizations and functionalities (d)	<i>Pacing principle</i> : giving learners the possibility to control the presentation of the learning material (b)	<i>Flexibility principle</i> : helping learners on different levels (d)
<i>Spatial contiguity principle</i> : presenting corresponding words and images close to each other (a)	<i>Pretraining principle</i> : explaining each component before using interlocking components (b)	<i>Personalization principle</i> : using a conversational style for narrating (a)
<i>Temporal contiguity principle</i> : presenting verbal descriptions and visual representations simultaneously (a)	<i>Decomposing principle</i> : giving verbal and visual cues to aid learners decomposing complex processes into small parts (c)	
<i>Coherence principle</i> : omitting unnecessary images and sounds (a)	<i>Prior-knowledge principle</i> : using verbal and visual cues to help learners retrieving prior knowledge (c)	
<i>Signaling principle</i> : giving learners cues to select and organize the material (a)	<i>Co-referencing principle</i> : explicating when different verbal and visual explanations mean the same thing (c)	
	<i>Line-of-action principle</i> : using verbal and visual explanations to help learners understanding how each part of the process influences the other parts (c)	
	<i>Mental simulation principle</i> : encouraging learners to mentally simulate the process beforehand (c)	
	<i>Basic laws principle</i> : clarifying probably unknown basics in a separate section (c)	

**Figure 1.** Learning principles.

*Note.* originate from a) the cognitive theory of multimedia learning (Mayer, 2002; Moreno & Mayer, 2007); b) the cognitive-affective theory of learning with media (Moreno & Mayer, 2007); c) the cognitive process model of multimedia comprehension (Narayanan & Hegarty, 1998, 2002); d) practice (Cuendet et al., 2013).

Previous research mainly neglected learners' perspectives and derived design principles from theory and from practice; however, learners are the experts of their learning and can provide useful insights into what improves and what hinders their learning. Therefore, at the beginning of a three-year development project on immersive learning at a distance learning university of applied sciences, the focus was on students' needs regarding learning videos and ILE. The aims of the study at hand are, firstly, to examine the fit with established design principles. Secondly, to identify new recommendations derived from learners' reported needs. And thirdly, to carve out when learners perceive learning videos and ILE as useful.

## 4 Method

### 4.1 Participants, Recruitment, and Sampling

Participants were recruited via postings in the general information forums of each study program at our university and via postings in the university's Xing alumni network. Each of the two online focus groups consisted of seven students with different study progress ( $n=12$ ) as well as alumni ( $n=2$ ) from different study programs with an age range between 21 and 49 years. 13 participants were female and one male. Participants received 25 Euro for their participation.

### 4.2 Online Audiovisual Focus Groups

To examine important aspects of learners' needs regarding learning videos and ILE, students using these online sources for learning are considered experts. Also, the future ILE should be designed for the needs of the distance learning students. Thus, students currently studying or alumni of our university were suitable participants. ILE are a new and complex topic needing more elaboration, accordingly focus groups should be used to gain a better insight (Powell & Single, 1996). As the targeted students are dispersed over a large distance and focus groups using video conferencing offer a similar data richness as face-to-face focus groups, online focus groups were used (Abrams et al., 2015; Kite & Phongsavan, 2017; Woodyatt et al., 2016).

### 4.3 Procedure

The online focus groups were conducted and videotaped at the end of March 2019 using the Skype for Business™ video conferencing tool. A semi-structured online focus group guide was developed by the research team including questions on (a) how videos are used for studying, (b) which application areas for ILE students could imagine to be used for teaching, and (c) how ILE should be designed to assist learning (see Appendix A). After the questions on video use a video introducing different forms

of ILE (i.e., VR, AR) was showcased, so that participants had a common understanding of ILE. Both focus groups were held by the same interviewer who was also in charge of recording; a second interviewer took notes and did not intervene. The focus groups lasted 107 and 94 minutes.

### 4.4 Analysis

The online focus groups were transcribed verbatim by the interviewer, who took notes during the sessions, excluding non-verbal reactions from the participants. Nvivo 11 was used to organize and code the transcripts. Thematic Analysis (cf. Braun & Clarke, 2012) was applied, as the aim was to identify a broad range of emerging themes in the context of experiences and needs regarding the actual and potential use of videos and ILE. For an unrestricted analysis, the design principles known from the literature were neglected and a purely inductive procedure was applied to determine themes. Further, a semantic approach was taken to find the themes, as experiences and needs were already brought to the surface with the instructions of the focus groups. First, two researchers read and marked important passages of the transcript independently. Second, they individually reflected on existing key aspects in the transcripts. Third, they discussed the identified key aspects, formed suitable categories, and established a coding framework (see Appendix B). Fourth, they discussed and coded the transcripts together, using and adapting the developed categories. Fifth, they again discussed the developed categories and merged them to meaningful themes. Sixth, the emerging themes regarding needs were systematically compared to existing principles or used to identify new recommendations from a learners' perspective.

## 5 Results

Four central themes were identified through the thematic analysis: First, needs that match the design principles reported in the literature; second, new design recommendations from the learners' perspective; third, the appropriate context for learning videos; fourth, the appropriate context for ILE. These central themes and subthemes are also presented in Table 1.

### 5.1 Learners' Needs Matching the Design Principles from the Literature

Although they were not explicitly asked for in the online focus groups, participants reflected on some of the established design principles for multimedia learning; however, by far not all were mentioned. In accordance with the principles on user interface (i.e., *coherence principle*, *minimalism principle*), participants think that learning videos should be simple and not overloaded or shrill. The rest of the previously established design principles

concerned didactics. Learners found real life or animated agents guiding through the learning material suitable (i.e., *guided activity principle*). The *pacing principle* was mentioned insofar as learners want to be provided with short and structured learning videos, allowing them to switch between different materials in their own pace and finding the needed information effortless. Further, step-by-step instructions explaining difficult material were also found eligible (i.e., *decomposing principle*). In line with the *prior-knowledge principle*, learners addressed the advantage of seeing materials from different perspectives and that processes are visualized. As learners asked for explanations using practical examples, also the *line-of-action principle* was addressed. Moreover, the *basic laws principle* was regarded as useful as learners suggested to incorporate trivial but important explanations in the learning material. Table 2 presents participants' quotes reflecting the previously established design principles.

## 5.2 Recommendations from a Learners' Perspective

Furthermore, participants verbalized needs that could be transformed to new recommendations concerning user interface, didactics, and instruction from the learners' perspective. Mostly recommendations regarding the user interface were verbalized. Participants stated that they "do not watch longer than five minutes," "it is better to have more, but shorter videos" and "the shorter, the better" videos are. From this the *brevity recommendation* was derived. Further, participants prefer when videos are "capsuled in more videos" so that "you have short videos per topic" as "often you just want to know something about a very specific topic". On these statements the *focus recommendation* is based. Also, the simplicity of the technical accessibility was mentioned by participants. A statement reflecting this was, "easy to use with any PC, laptop, no matter the age [of the device], no matter the operating system". This was condensed to the *accessibility recommendation*. Participants also indicated that it is important "that you can tell from the naming of the video what the video is about." From this the *marking recommendation* originates. Further recommendations consider the didactics of the learning material. Learners reported on the importance to use "the same technical terms" in the videos in regard to all learning materials to "avoid misconceptions." This was termed the *conforming recommendation*. Further, the presentation of "an overview at the beginning" with "a chapter-by-chapter structure" was discussed. From these statements the *structure recommendation* was derived.

The only recommendation on instruction was that most participants positively emphasized that learning videos should use humor while explaining. Examples were videos "which were really hilarious to watch and you also learned something". One participant stated, "I have examples in my head, that I for sure will never forget [laughs], because they had a certain wit about them." These ideas were summarized as the *merry recommendation*.

## 5.3 Context for Learning Videos

Most participants reported to frequently use learning videos. They use videos when they feel that a specific learning subject is demanding (e.g., "theoretical things, which I do not understand that well"), for "dry subjects" or when a different approach to a specific subject is needed (e.g., "as a different approach to the topic, because it makes it easier to access difficult topics"). A few participants also indicated to reduce lacking previous knowledge through videos (i.e., "to acquire the basic knowledge, which has already been presupposed").

## 5.4 Context for ILE

In contrast to learning videos, participants had little or no experience with ILE; however, in general the use of augmented or virtual reality in the learning context was expected as enrichment. Participants stated that ILE should only be applied when they aid and facilitate learning. Suitable application areas regard (1) *being someone else*, (2) *being somewhere impossible*, and (3) *being involved*.

*Being someone else* means to change the point of view with other people to learn about their experiences (e.g., "putting oneself in the perspective of an elderly person and having to reflect which challenges arise"). Also, *being someone else* plays a role when social situations should be experienced and trained. When using ILE, learners can gain realistic hands-on practice in different fields such as "personal development," "sales," "marketing," or "conflict management" without having to face any negative consequences. A statement regarding recruitment was "so you can better imagine, how it actually works if you have never been a participant in an assessment center."

*Being somewhere impossible* signifies studying places where people cannot normally be, for example, "the human brain" or "network engineering." With ILE, learners could move freely in these three-dimensional spaces and decide for themselves from which angles they want to view the learning material. This would improve their understanding of these places. A participant put it in the following words, "Everywhere where you have to imagine something vividly, such as the brain, network technology, because there are objects or bodies behind them that you can simply remember or imagine better in 3D."

*Being involved* means to make causes and effects visible and therefore more tangible. ILE could, for instance, allow learners to change a parameter and automatically display the following consequences. A statement reflecting this was, "Perhaps it would be more tangible, than just a chart [...] If you can really control it yourself, and say, I now increase the price by €5 for a product, to what extent will that decrease the buying behavior?"



**Table 1.** Central themes and their characteristics

Central theme	Characteristics	Concerning
Previous design principles	minimalism principle coherence principle guided activity principle pacing principle decomposing principle prior-knowledge principle line-of-action principle basic laws principle	User interface User interface Didactics Didactics Didactics Didactics Didactics Didactics
Recommendations from a learners' perspective	brevity recommendation (i.e., shorter than five minutes) focus recommendation (i.e., one topic per video) accessibility recommendation (i.e., easy technical accessibility) marking recommendation (i.e., clear naming) conforming recommendation (i.e., consistency of wording to other learning materials) structure recommendation (i.e., overviews at the beginning) merry recommendation (i.e., include humor)	User interface User interface User interface User interface Didactics Didactics Instruction
Context for learning videos	demanding subjects dry subjects need for a different approach lacking previous knowledge	
Context for immersive learning environments	being someone else (i.e., real life experiences which evoke empathy) being somewhere impossible (i.e., exploring unreachable places) being involved (i.e., making contents tangible by allowing to change parameters and following the corresponding consequences)	

**Table 2.** Interview quotes reflecting previously established designing principles and context of application

Principle	Area of application	Translated quotes
<i>Minimalism</i>	Learning with AR	One should not be overstimulated by things like that. But focus just on content, brevity, on digestible units.
<i>Coherence</i>	Educational videos	Of course, it must not be too much additional, not too many effects. That is, that there is not too much around it in the video, but that the focus is really placed on what I want to convey and that in a way that the brain can easily process it.
<i>Guided activity</i>	Learning with interactive media	Some sort of avatar guiding you through or interacting with someone, who explains things, where you have the feeling that you are not sitting there alone.
<i>Pacing</i>	Learning with interactive media	If the topics are so complex, that you sometimes have to pause again, rewind, pause, rewind, so that you really understand it, then of course a longer video is more of a hindrance in my opinion. Encapsulated in several videos [...] that not everything is in one piece, but that you have short videos on the topics, because then you can orientate yourself and work through things much better. If I don't have to search within a video where this example starts, I really have 5, 6, 7 videos and can then watch exactly that on the topic in question. You can just click through there in the video, [...] there you really have the topics, like chapter headings, and on the right you can watch the respective videos, so this is very convenient.
<i>Decomposing</i>	Multimedia learning	Each calculation example was dealt with in a single video, dealt with in detail, with an insight into the Excel lists, and that was very good for recalculating and understanding, including the individual calculation steps.
<i>Prior-knowledge</i>	Multimedia learning	Network technology, for example, would certainly be practical if you could walk through a server room and find out what a switch is, what a router is, the different cables and so on. You could certainly get a better idea if you walk through it. When it comes to new product development or product management, where you can then better visualize certain processes.
<i>Line-of-action</i>	Multimedia learning	I can also imagine it in marketing, e.g. the cycles, such as the product cycle or other possibilities, are better or more concretely presented. Which might also be a way to show a value chain for an entire company. I could also imagine that you could experience a virtual walk-through, so to speak.
<i>Basic laws</i>	Multimedia learning	That you then look for additional help in the form of videos, which you can then simply watch again [...] perhaps with examples that make it a bit clearer.

## 6 Discussion

The aim of the present study was to explore learners' needs and perspectives regarding learning videos and ILE. Results indicate that the application of principles concerning user interface and, to an even greater extent, didactics should be improved in the future. Additional design recommendations address user interface, didactics, and instruction. For demanding and dry subjects, for getting a different approach, or when facing a lack of previous knowledge learning videos are suitable. ILE, on the other hand, were seen eligible for being someone else, being somewhere else, or being involved with the material.

Some of the previously established design principles (Mayer, 2002; Mayer & Moreno, 1998, 2003; Narayanan & Hegarty, 1998; Cuendet et al., 2013) were reflected in the online focus groups. Both of the mentioned user interface principles (i.e., *minimalism and coherence principle*) state that the learning material should not be overloaded with unnecessary content. Concerning didactics, the mentioned principles should either help learners to direct their attention to the important content of the learning material (i.e., *guided activity, decomposing, prior-knowledge, and line-of-action principle*) or enable them to obtain information on their own terms (i.e., *pacing and basic laws principle*). As the design is only to support learning, it should be unconscious and unnoticed; however, being aware of a design could indicate that it either interferes with learning or that it is notably well integrated.

The new found recommendations can also be grouped in terms of user interface (i.e., brevity, focus, accessibility, and marking recommendation), didactics (i.e., *conforming and structure recommendation*), and instruction (i.e., *merry recommendation*). The user interface *recommendations of brevity and focus* are consistent with the *minimalism principle* of Cuendet et al. (2013) and the coherence principle of Mayer (2002; Mayer & Moreno, 1998, 2003), which also suggest omitting unnecessary content and focusing on the essentials. What is new, however, is that it is expanded to the length of the videos and their thematic content. The other two recommendations for user interface do not refer to any established design principles and seem to be rather logical and insignificant; however, they were frequently mentioned by learners, and therefore indicate issues with technical accessibility and findability which should be addressed when designing learning material. The *conforming recommendation* on didactics extends the *co-referencing principle* (Narayanan & Hegarty, 1998, 2002) in that it includes learning material which is currently not at hand. Providing learners with an overview and structure at the beginning of the learning material seems to be obvious, but videos in particular do not usually contain tables of contents. Structuring the leaning material is in line with the *pacing principle* (Mayer, 2002; Mayer & Moreno, 1998, 2003), as it also enables learners to control the presentation of the learning material to some extent. For instructions, the *merry recommendation* and the *personalization principle* (Mayer, 2002; Mayer & Moreno, 1998, 2003) strike the same chord, as the use of a conversational style and the inclusion of humor in descriptions often go hand in hand.

What all the recommendations found have in common is that they aim to mitigate the cognitive load on learners so they can focus on what they actually need to learn. This is prompted by both the cognitive theory of multimedia learning (Mayer, 2005; Mayer & Moreno, 1998) and the cognitive-affective theory of learning with media (Moreno & Mayer, 2007).

Although participants were asked about learning videos and ILE, their responses can be extended to the design of other learning materials. Written learning material should likewise be brief, focused, consistent with the wording used in other materials, and provide an overview. The recommendations derived from learners' responses, however, seem to be especially useful for learning videos.

Learners use learning videos in special difficult learning situations and contexts. It can be assumed that videos are used to avoid the cognitive load of reading learning material as they are easier to understand.

The use of ILE enhances the context of application compared to videos, which already provide the possibility to display dynamic contents, vividly illustrate situations and procedures, and illustrate things that are otherwise difficult to observe (Petko & Reusser, 2005). ILE, and virtual reality in particular, can be applied meaningful in areas where they provide learners with the most realistic experiences without actually living in a situation and facing its consequences. Students, for example, can take on a role and be someone else to evoke empathy with a person, or they can explore normally inaccessible places on their own from different perspectives and get an unrestricted view. The context in which the application of augmented reality makes sense, is where contents can be made tangible through involving learners. Students, for example, can change certain parameters and easily compare actual results, which helps them to understand complex relationships and consequently immerses them in the learning situation more than just watching someone else. Thus, ILE are better equipped for these contexts than videos or text-based learning materials.

## 7 Limitations and Future Prospects

The participating learners had none or only remote experiences with ILE. A first step to overcome this shortcoming was to provide a video showcasing different examples of ILE. Although videos might help to understand the concept of ILE, they could also influence participants' answers. Furthermore, without actual experience it might still be difficult for participants to anticipate how ILE could be designed. This could explain why the principles suggested by Cuendet (2013) were not mentioned in the online focus groups. Future research on learners' needs in ILE should also consult learners with more prior experiences. Furthermore, the sample consisted mainly of women, which might have influenced the results. Therefore, further studies should include more male students.

The recommendations from a learners' perspective suggested in this paper are not based on learning theories, are not tested empirically, and base only on two exploratory online focus groups. Thus, only first impressions of learners' needs when learning with videos and ILE can be derived. Learners are the experts of their learning experiences; however, it is possible that they perceive special features to support their learning outcomes, while in fact those features might not be effective. Therefore, future research is necessary to further explore the new recommendations and examine whether they objectively support learning outcomes.

Students already have experiences with educational videos and use them as part of their studies or as additional learning resources. Therefore, it is easier to determine which design principles and recommendations they perceive as important and helpful. ILE are not yet common, which makes it harder to get experience-based information of design needs. This lack of information makes it even more crucial to develop ILE from the beginning with the participation of potential users. Considering learners' needs regarding design and learners' expectations concerning areas of application could make the utilization of immersive learning material more appealing to them.

Although online focus groups offer a similar data richness as face-to-face focus groups, technical problems can arise and the moderator could have less control over the discussed topics (Abrams et al., 2015; Kite & Phongsavan, 2017; Woodyatt et al., 2016). As participants were familiar with online learning, technical problems could be neglected, and minor problems did only arise for one participant. Since one of the aims of the online focus groups was to generate ideas for the use of ILE, there was no need for a high control of the discussed topics and the advantage of reaching students living in remote areas outweighed.

Providing learners with well-designed videos and ILE can help them to better understand learning contents. The theory driven principles already provide designers with an informative basis on creating ILE. The newly found recommendations could additionally help meeting learners' needs in such environments.

## 8 References

- Abrams, K. M., Wang, Z., Song, Y. J., & Galindo-Gonzalez, S. (2015). Data richness trade-offs between face-to-face, online audiovisual, and online text-only focus groups. *Social Science Computer Review*, 33(1), 80–96. <https://doi.org/10.1177/0894439313519733>
- Brame, C. J. (2015). *Effective educational videos*. <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/effective-educational-videos/>
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557–569. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.015>
- Gautam, A., Williams, D., Terry, K., Robinson, K., & Newbill, P. (2018). Mirror Worlds: Examining the affordances of a next generation immersive learning environment. *TechTrends*, 62(1), 119–125. <https://doi.org/10.1007/s11528-017-0233-x>
- Kaufmann, H., & Meyer, B. (2008). Simulating educational physical experiments in augmented reality. *Proceeding SIGGRAPH Asia '08*, Article No. 3. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1507717>
- Kite, J., & Phongsavan, P. (2017). Insights for conducting real-time focus groups online using a web conferencing service. *F1000Research*, 6, 122. <https://doi.org/10.12688/f1000research.10427.1>
- Makransky, G., Andreasen, N. K., Baceviciute, S., & Mayer, R. E. (2021). Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 113(4), 719–735. <https://doi.org/10.1037/edu0000473>
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2019). Investigating the process of learning with desktop virtual reality: A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 134, 15–30. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.002>
- Mayer, R. E. (2002). Multimedia Learning. *The Annual Report of Educational Psychology in Japan*, 41, 27–29. [https://doi.org/10.5926/arepj.1962.41.0\\_27](https://doi.org/10.5926/arepj.1962.41.0_27)
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 31–48). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819>
- Mayer, R. E., Hegarty, M., Mayer, S., & Campbell, J. (2005). When static media promote active learning: Annotated illustrations versus narrated animations in multimedia instruction. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11(4), 256–265. <https://doi.org/10.1037/1076-898X.11.4.256>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). *A cognitive theory of multimedia learning: Implications for design principles*. <http://esoluk.co.uk/calling/pdf/chi.pdf>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52. [https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801\\_6](https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6)
- Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309–326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
- Narayanan, N. H., & Hegarty, M. (1998). On designing comprehensible interactive hypermedia manuals. *International Journal of Human-Computer Studies*, 48(2), 267–301. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1997.0169>
- Narayanan, N. H., & Hegarty, M. (2002). Multimedia design for communication of dynamic information. *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(4), 279–315. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2002.1019>
- Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Harris, N. R., Sanders, T., Parker, P., del Pozo Cruz, B., & Lonsdale, C. (2022). Multimedia design for learning: An overview of reviews with meta-meta-analysis. *Review of Educational Research*, 92(3), 413–454. <https://doi.org/10.3102/00346543211052329>
- Petko, D., & Reusser, K. (2005). Praxisorientiertes E-Learning mit Video gestalten. In A. Hohenstein & K. Wilbers (Eds.), *Handbuch E-Learning* (p. 4.22). Deutscher Wirtschaftsdienst.
- Powell, R. A., & Single, H. M. (1996). Focus groups. *International Journal for Quality in Health Care*, 8(5), 499–504. <https://doi.org/10.1093/intqhc/8.5.499>
- Woodyatt, C. R., Finneran, C. A., & Stephenson, R. (2016). In-person versus online focus group discussions: A comparative analysis of data quality. *Qualitative Health Research*, 26(6), 741–749. <https://doi.org/10.1177/1049732316631510>

### Contact information

Ingrid Wahl: [ingrid.wahl@univie.ac.at](mailto:ingrid.wahl@univie.ac.at)  
Stefanie Kuso: [stefanie.kuso@fernfh.ac.at](mailto:stefanie.kuso@fernfh.ac.at)  
Barbara Wimmer: [barbara.wimmer@fernfh.ac.at](mailto:barbara.wimmer@fernfh.ac.at)

### \*Corresponding author

Correspondence concerning this article should be addressed to Ingrid Wahl, Department of Communication, University of Vienna, Kolin-gasse 14-16/6.60, A-1090 Vienna, Austria,  
Email: [ingrid.wahl@univie.ac.at](mailto:ingrid.wahl@univie.ac.at), Telephone: +43-1-4277-48319  
ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-9618-0207>

### Declaration of interest

The authors have no conflict of interest to disclose.

### Funding

This research was funded by the Land Niederösterreich.

### Acknowledgments

The authors thank Karin Waldherr for useful discussions and comments concerning the entire manuscript.

## Appendix A: Semi-structured online focus group guide

Question	Pursued objective	Rephrasing
To begin, let's do a quick round of introductions: What's your name and what major are you studying or have you studied?	Get to know the sample	What is your name and what are you studying? Please introduce yourself.
How do you use video in your studies?	Video use	When do you resort to videos? What do you particularly like to learn with videos? What do you use videos for? How do you use video in learning?
Show the explanatory video about AR/VR		
Where do you see areas of application for augmented or virtual reality in teaching?	Generating ideas	What learning content do you think could be taught with augmented or virtual reality? Think perhaps of a course that could be developed further with an educational video. How do you think this could be implemented? For which content could you implement learning videos with augmented or virtual reality? In which areas of teaching would augmented or virtual reality be applicable for you?
How would the above examples need to be designed to help you learn?	Use and design AR/VR for learning	What does a virtual reality video need to contain for you to use it for learning? How can you imagine learning with the above content? How would you use your ideas in actual learning? How would you integrate these ideas into your learning?
What else would you like to say about the topic?	Conclusion	What else can you think of on this topic? What content have we not yet addressed that you would like to discuss? Is there anything else you'd like to comment on in terms of augmented or virtual reality or video?

## Appendix B: Coding framework

Video	
Theme	Code
Topic	Complex Theoretical Dry subject No prior knowledge
Bad examples	Only at the surface Only lecture
Good examples	Colorful Animated Hilarious In step with actual practice Easy to follow Tutorial
Important features	Useable as podcast Correspondence to other learning material Short overview at the beginning Meaningful naming Provide video descriptions
Time of use	Get an overview Introduction to topic Answer a specific question Difficulties with understanding Summary Repetition before the exam
Length and content	Less than 5 Minutes Many but short videos Only longer if really important Only one topic Table of contents for navigation
Advantages in comparison to written learning material	Faster learning than written learning material Support or addition to written learning material Make connections Find another approach Possible to learn while doing other things Possible to learning when less concentrated
AR/VR	
Should not (be)	too flashy contain paraphernalia
Should (be)	short coherent structured divided to small sections focused on the essentials humorous playful technically easily accessible use avatars provide practice increase understanding
Application area	Immersion in situation Spatial representation of things Virtual space in which you can move around Adoption of other perspectives Experience consequences after changing parameters Gamification Live experience Tangible Vividly

# Call for Papers

## Beyond Media Comparison: Investigating When and How Learning with Augmented and Virtual Reality Works

### Guest Editor

Josef Buchner (josef.buchner@phsg.ch)

Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) are two contemporary technologies gaining momentum in educational research and practice. For both, empirical studies reporting effects on different learning outcomes increase year by year (e.g., Arici et al., 2019; Radianti et al., 2020). However, more recently, researchers criticize that the research types applied in these studies are focusing on the question *if* learning with AR or VR works and do not investigate *when* and *how* learning with these technologies works (e.g., Buchner et al., 2022; Garzón et al., 2020; Makransky & Petersen, 2021; Zumbach et al., 2022).

A typical method addressing the *if*-question is the comparison of an AR/VR application to “traditional” teaching or media. For example, in a recent meta-analysis on the impact of AR on learning, 83.6% of the included studies (n = 134) compare AR to non-AR instruction (Chang et al., 2022, p. 7). This type of research is known as media comparison study (Mayer, 2019) and has been under criticism for more than forty years, since Clark, Kozma, and others discussed the influence of media on learning (Clark, 1983; Hodges et al., 2020; Kozma, 1994; Mishra et al., 2009).

With this *Digital Psychology* special issue, we encourage researchers to report study results beyond the media comparison paradigm that represents a technology-centered/thing-oriented view on learning in the digital age (e.g. Mayer, 2020; Reeves & Reeves, 2015).

### Type of Articles

We seek for original empirical investigations as well as meta-analysis and systematic reviews taking on a learning-centered perspective addressing questions about *when* and *how* learning with AR/VR works. Letters and Commentaries are also welcome. For eligible manuscript categories see the *Digital Psychology* author guidelines (<https://ejournals.facultas.at/index.php/digitalpsychology/about/submissions>)

Such work might, for example, investigate (but are not limited to):

- Influences of different learning strategies/learning designs

- Influences of learning strategies/learning designs on different learning outcomes (e.g., cognitive/affective)
- Influences of moderating/mediating variables when learning with AR/VR (e.g., age, prior knowledge, cognitive load, immersion experience, AR/VR experience, ...)

If you are interested in submitting a manuscript to this *Digital Psychology*'s Special Issue entitled “Beyond media comparison: Investigating *when* and *how* learning with Augmented and Virtual Reality works”, please read the *Digital Psychology* submission guidelines (<https://ejournals.facultas.at/index.php/digitalpsychology/about/submissions>) carefully.

### Contact

If you have further questions, please contact Guest Editor Josef Buchner (josef.buchner@phsg.ch).

Manuscripts can be submitted via the *Digital Psychology* website (please indicate the special issue “Beyond Media Comparison”): <https://ejournals.facultas.at/index.php/digitalpsychology/about/submissions>

### Deadlines

**Submission of papers:** 15<sup>th</sup> July 2023

**Expected Publication:** in October 2023

### Publication Fee – Open Access

The Special Issue will be available as an open access publication. The publication fee is € 449,- per article.

### Guest Editor Short Bio

**Dr. Josef Buchner** (Orcid: 0000-0001-7637-885X) is Head of Research and Development at the Institute for ICT and Media, St. Gallen University of Teacher Education. He worked as a teacher and researcher in Austria, Switzerland, and Germany. His research focuses on educational technology, instructional/learning design, multimedia learning, and teacher education in the digital age. He is the co-chair of the Media Education division of the Austrian Society for Research and Development in

Education (ÖFEB) and serves as reviewer for several international journals in the field of learning, instruction, and educational technology. Further information can be found here: <https://www.phsg.ch/de/team/dr-josef-buchner>

## References

- Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş., & Yilmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. *Computers & Education, 142*, 103647. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>
- Buchner, J., Buntins, K., & Kerres, M. (2022). The impact of augmented reality on cognitive load and performance: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning, 38*(1), 285–303. <https://doi.org/10.1111/jcal.12617>
- Chang, H.-Y., Binali, T., Liang, J.-C., Chiou, G.-L., Cheng, K.-H., Lee, S. W.-Y., & Tsai, C.-C. (2022). Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact. *Computers & Education, 191*, 104641. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104641>
- Clark, R. E. (1983). Reconsidering Research on Learning from Media. *Review of Educational Research, 53*(4), 445–459.
- Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez, J., & Pavón, J. (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review, 31*, 100334. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *Educause Review, 1–12*. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Kozma, R. B. (1994). Will media influence learning? Reframing the debate. *Educational Technology Research and Development, 42*(2), 7–19. <https://doi.org/10.1007/BF02299087>
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educational Psychology Review, 33*(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2>
- Mayer, R. E. (2019). Computer Games in Education. *Annual Review of Psychology, 70*, 531–549. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102744>
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia Learning* (Third Edition). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781107187504>
- Mishra, P., Koehler, M. J., & Kereluik, K. (2009). The Song Remains the Same: Looking Back to the Future of Educational Technology. *TechTrends, 53*(5), 48–53. <https://doi.org/10.1007/s11528-009-0325-3>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education, 147*, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Reeves, T. C., & Reeves, P. M. (2015). Reorienting educational technology research from things to problems. *Learning: Research and Practice, 1*(1), 91–93. <https://doi.org/10.1080/23735082.2015.1008120>
- Zumbach, J., von Kotzebue, L., & Pirklbauer, C. (2022). Does Augmented Reality Also Augment Knowledge Acquisition? Augmented Reality Compared to Reading in Learning About the Human Digestive System? *Journal of Educational Computing Research, 55*(1), 1–20. <https://doi.org/10.1177/07356331211062945>





# Digital Psychology

## Author Guidelines

### A biannual Journal of Psychology in the Digital Age

The Journal “*Digital Psychology*” is conceptualized as a scholarly journal and a platform for knowledge transfer at the interface between digitalization, new media and psychology and related disciplines (e.g. psychiatry, communication science). The topics include current research, applied science and practice as well as upcoming technological developments. The main focuses are put on systematic quantitative research synthesis, children and adolescents and technology-based interventions. Yet, the journal’s scope is not limited to these subjects; we also invite contributions from other topics in the broader field of Digital Psychology (e.g. e-Learning, computer-based assessments, computer-mediated communication, Virtual Reality/Augmented Reality) for submission. The journal is comprised of two issues per year and includes articles (reviews and original research, letters and spotlight-communications) in English and in German. Therefore, professionals with an interest in a psychological perspective on digital media will find this journal to be of high interest.

### Editors-in-Chief

Oswald D. Kothgassner, Medical University of Vienna, AT  
Anna Felnhöfer, Medical University of Vienna, AT

### Associate Editor

Thomas Probst, Danube University Krems, AT  
Mag. Dr. Michael Zeiler, Medical University of Vienna, AT

### Editorial Board

Jeremy Bailenson, Stanford University, US  
Christiane Eichenberg, Sigmund Freud University Vienna, AT  
Martin Fuchs, Tyrol Clinics and Medical University of Innsbruck, AT  
Andreas Goreis, University of Vienna, AT  
Antal Haans, Technical University Eindhoven, NL  
Stefan Hofmann, Boston University, US  
Stephanie Kelly, North Carolina Agriculture and Technology State University, US

Christian Montag, University of Ulm, DE  
Olga Santesteban Echarri, University of Calgary, CA  
Anna Spagnoli, Università di Padova, IT  
Karin Waldherr, Porsche FernFH Wr. Neustadt, AT

### Submit a Manuscript

#### Review Article

The category “review article” includes reviews, theoretical/opinion reviews, systematic reviews, scoping reviews, or quantitative research syntheses (e.g., meta-analyses), 5.000 words excl. reference list, but including the 250 words abstract. Digital Psychology encourages authors of review articles to link underlying datasets in the submitted manuscript to a data repository (DOI or other identifier should be included in the manuscript as well as in the cover letter). Systematic Reviews and Meta-Analysis should follow PRISMA-Guidelines and contain PRISMA checklist and related other material incl. Flow-Charts (<http://www.prisma-statement.org/>). Scoping reviews should adhere to the PRISMA extension for scoping reviews (<http://www.prisma-statement.org/Extensions/ScopingReviews>). A maximum of 8 tables and figures are allowed for a review article. A review article may be submitted in English or in German.

#### Original Article

Original articles include original empirical research, and are not to exceed 4.500 words including the reference list and a 250 word abstract. If the original article includes clinical trials (e.g. RCTs), it should be registered in an official trial register, authors should report the registration number and database. RCTs should follow CONSORT guidelines (incl. CONSORT checklist and flow diagram). See <http://www.consort-statement.org> for according guidelines and forms. An original article may be submitted in English or in German.

#### Letter

A letter comprises a response to a recently published work in an issue of Digital Psychology, and should not exceed 1.500 words. Letters go through editorial review upon invitation by either the EIC or a member of the Editorial Board. A Letter has to be submitted in English (or in German if it refers to a German article).

## Spotlight-Communication

Spotlight-communications include recent developments and are reserved for delivering empirical evidence in a short and concise fashion. They should not exceed 2.000 Words incl. references and must be submitted in English.

## Book Review

Book reviews are restricted to a maximum of 1.000 words, will go through editorial review, and must be based on a book recently published in the field of Digital Psychology. A book review may be submitted in English or in German.

## Case Studies

Case studies may be considered for publication in Digital Psychology if they are unusually innovative and refer to the fields of Digital Psychology & Clinical Psychology. Case studies should not exceed 2.500 words. A case study should be submitted in English or in German.

## Preparation of Manuscript and Submission Process

All submissions will first be screened regarding the degree to which they match the aims and scope of Digital Psychology before they are sent for peer-review. Only research with an appropriate study design and suitable statistical analyses are considered for publication. Study participants may be healthy subjects, patients, yet, research including animals is not considered for publication.

Please ensure that the following details are included in any submission:

Title Page (author details)

- The e-mail address and full contact details (postal address, telephone number) of the corresponding author;
- Names and surnames of all authors as well as their affiliations and e-mail addresses
- Declaration of interest: All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. An according statement should be included on the title page.
- Acknowledgements

Main Document (no author details)

- Abstract: maximum of 250 words. In an original article, the abstract should be divided into the following sub-sections: Background, Objective, Methods, Results and Conclusion.
- A minimum of 4 and a maximum of 6 Keywords listed below the abstract
- All tables and figure are integrated in the manuscript (including titles, descriptions and footnotes)
- The manuscript has been spell-checked and all author identifiers have been removed for peer-review.
- All references cited in the text are listed in the reference list. For reference style, please use the APA format (see American Psychological Association style guide: [www.apastyle.org/](http://www.apastyle.org/))
- Please provide at least 4 suggestions for peer-review (suggested referees should not be from the same department as the listed authors, should not have published with an author listed in the manuscript over the past 5 years, and should be experts in the field).

Please ensure that the work submitted to the journal is original and has not been published before elsewhere, and is not under concurrent consideration for publication anywhere else. All publications must be approved by all co-authors, the corresponding author is responsible for keeping all co-authors informed about the progress of submission and about all decisions made in relation to it. If authors wish to include text, figures or tables that have been published elsewhere, the authors must obtain permission from the copyright owner(s) for print and online format and include evidence that such permission has been granted before the submission process begins. Digital Psychology assumes otherwise that all materials included in the manuscript originate from the authors. Authors must identify if they have used text, text, figures, or tables published elsewhere, and the permission that has been obtained to use this material from the copyright owners, in the cover letter.

Would you like to submit an article or need further information? Please visit <https://ejournals.facultas.at/> or contact us via [ejournals@facultas.at](mailto:ejournals@facultas.at)

**Editors-in-Chief**

Mag. Dr. Anna Felnhofer  
(anna.felnhofer@meduniwien.ac.at)

Mag. Dr. Oswald David Kothgassner  
(oswald.kothgassner@meduniwien.ac.at)

**Associate Editors**

Univ.-Prof. Dr. Thomas Probst  
(thomas.probst@donau-uni.ac.at)

Mag. Dr. Michael Zeiler  
(michael.zeiler@meduniwien.ac.at)

**The views expressed in the various contributions are only those of the undersigned authors.**

**Proprietor and Publisher**

Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Stolberggasse 26,  
1050 Wien  
Managing Director: Dr. Rüdiger Salat  
office@facultas.at  
www.facultas.at

**Publication Details**

Two issues a year, contributions in English and German,  
eJournal

**Prices**

Annual single subscription EUR 69,-  
Annual single subscription for students EUR 49,-  
Annual institutional subscription (via IP-based access) EUR 170,-  
Single article EUR 10,-

Please subscribe via [ejournals.facultas.at](http://ejournals.facultas.at) or contact the  
ejournals management team ([ejournals@facultas.at](mailto:ejournals@facultas.at)).

**Archived in**

CrossRef, Google Scholars, Psynindex, PubMed Central  
(application submitted)

**Type-Setting**

Wandl Multimedia-Agentur  
b.wandl@aon.at

**Cover**

Ekke Wolf  
typic – Buch Schrift Logo  
information@typic.at  
© Cover Image: A. Solano/shutterstock.com

**Copy-Editor**

Liam Whittington  
liam.whittington5@gmail.com

**Printed in Austria:**

Facultas AG, 1050 Wien

**ISSN:** 2708-2768

**E-ISSN:** 2708-3381



The Journal “Digital Psychology” is conceptualized as a scholarly journal and a platform for knowledge transfer at the interface between digitalization, new media and psychology and related disciplines (e.g. psychiatry, communication science). The topics include current research, applied science and practice as well as upcoming technological developments. The main focuses are put on systematic quantitative research synthesis, children and adolescents and technology-based interventions. Yet, the journal’s scope is not limited to these subjects; we also invite contributions from other topics in the broader field of Digital Psychology (e.g. e-Learning, computer-based assessments, computer-mediated communication, Virtual Reality/Augmented Reality) for submission. The journal is comprised of two issues per year and includes articles (reviews and original research, letters and spotlight-communications) in English and in German. Therefore, professionals with an interest in a psychological perspective on digital media will find this journal to be of high interest.