

INES

Immersive natural environments for Stress Reduction

Programm / Ausschreibung	DST 24/26, Menschen in FT2025, Digitale Technologien 2025	Status	laufend
Projektstart	01.01.2027	Projektende	31.12.2028
Zeitraum	2027 - 2028	Projektlaufzeit	24 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 494.759		
Keywords	XR, nature, environment, immersion, neuroscience, adaptive		

Projektbeschreibung

Chronischer Stress und mangelnde Erholung stellen erhebliche gesellschaftliche Herausforderungen für psychische Gesundheit, Arbeitsfähigkeit und Gesundheitssysteme dar. Der Zugang zu erholsamen Außenräumen unterstützt Regeneration und Wohlbefinden, ist jedoch im Alltag häufig eingeschränkt – etwa durch urbane Lebensbedingungen, Zeitmangel, Krankheit, Mobilitätseinschränkungen oder Krisen. Immersive digitale Technologien ermöglichen eine ortsunabhängige, kontrollierte Exposition gegenüber erholsamen Umgebungen und bieten damit einen vielversprechenden Ansatz zur Stressregulation. Die Forschung zu virtueller Natur in immersiven Systemen wie Extended Reality (XR) hat stark zugenommen und berichtet überwiegend positive Effekte. Allerdings sind Studien hinsichtlich Design, Immersionsgrad, Expositionsdauer und Messinstrumenten heterogen, was kausale Schlussfolgerungen und die Ableitung klarer Gestaltungsprinzipien erschwert.

Eine zentrale Limitation besteht in groben Vergleichen wie „Natur versus Stadt“. Regenerationseffekte werden meist allgemeinen Kategorien zugeschrieben statt klar definierten Umweltmerkmalen. Subjektive Erfahrungen und physiologische Indikatoren werden häufig parallel erhoben, ohne sie in Modelle einzubetten, die räumliche Eigenschaften, Wahrnehmung und Regulationsprozesse verknüpfen. Dadurch bleibt unklar, welche spezifischen Umweltmerkmale regulatorische Effekte hervorrufen, und die Entwicklung adaptiver Systeme wird begrenzt.

Das Projekt adressiert diese Lücke, indem es immersive virtuelle Landschaften als parametrisierte Regulationsumgebungen konzipiert. Die Umgebungen werden über räumliche Parameter aus Landschaftstheorie und Umweltpsychologie operationalisiert, etwa Offenheit, Umfang, visuelle Komplexität und Kohärenz. Der Schwerpunkt liegt auf räumlicher Kohärenz und Lesbarkeit von Landschaftskonfigurationen, nicht auf multisensorischer Erweiterung. Diese Parameter werden in einer XR-Umgebung systematisch variiert, um ihre Effekte auf Stressregulation zu untersuchen.

Zudem wird die Machbarkeit neuroadaptiver immersiver Umgebungen geprüft, indem untersucht wird, ob physiologische Signale als Indikatoren für eine adaptive Modulation von Landschaftsparametern dienen können. Das Projekt verbindet

theoriegeleitete Parametrisierung mit multimodaler Erfassung subjektiver Bewertungen und physiologischer Regulation, darunter Herzratenvariabilität (HRV), elektrodermale Aktivität (EDA) sowie neuronale Signale mittels Elektroenzephalographie (EEG) und funktioneller Nahinfrarotspektroskopie (fNIRS).

In einer kontrollierten Studie erleben Teilnehmende parametrisch variierte immersive Landschaften, während subjektive und physiologische Reaktionen synchron erfasst werden. Analysen prüfen, ob spezifische Parameter regulatorische Effekte erzeugen und ob physiologische Marker sich als Steuersignale für adaptive XR-Systeme eignen.

Erwartet werden ein theoretischer Rahmen zur Verknüpfung von Landschaftsmerkmalen, Wahrnehmung und physiologischer Regulation sowie empirische Grundlagen für neuroadaptive XR-Umgebungen zur Unterstützung von Stressregulation und Erholung.

Abstract

Chronic stress and insufficient recovery are major societal challenges affecting mental health, work ability, and health-care systems. Access to restorative outdoor environments supports psychological recovery and well-being, yet everyday exposure is often limited by urban living conditions, time constraints, illness, mobility restrictions, or societal disruptions. Immersive digital technologies enable controlled exposure to restorative environments independent of location and therefore represent a promising approach for stress-regulation interventions. Research on virtual nature in immersive systems such as Extended Reality (XR) has grown rapidly and generally reports beneficial effects. However, studies remain heterogeneous in design, immersion level, exposure protocols, and outcome measures, limiting causal interpretation and translation into concrete design principles.

A central limitation of current research is the reliance on coarse comparisons such as “nature versus urban” settings. Restoration effects are typically attributed to broad content categories rather than clearly defined environmental characteristics. Moreover, subjective experiences and physiological indicators are often measured in parallel without mechanistic models linking spatial properties, perception, and regulation processes. This limits the identification of specific environmental features responsible for regulatory effects and constrains the development of adaptive immersive systems.

This exploratory project addresses this gap by conceptualizing immersive virtual landscapes as parametrized regulatory environments. Environments are operationalized through spatial parameters derived from landscape theory and environmental psychology, including openness, enclosure, visual complexity, and coherence. The focus lies on spatial coherence and legibility of landscape configurations rather than on multisensory augmentation. These parameters are systematically manipulated in an XR environment to examine their effects on stress regulation.

The project further investigates the feasibility of neuroadaptive immersive environments by evaluating whether physiological signals can serve as indicators for adaptive modulation of landscape parameters. It integrates theory-guided parameterization with multimodal assessment of subjective appraisal and physiological regulation, including heart rate variability (HRV), electrodermal activity (EDA), and neural signals measured via electroencephalography (EEG) and functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). Stakeholders and domain experts are involved to inform parameter selection and ensure ecological validity.

Empirically, a controlled study exposes participants to parametrically varied immersive landscapes while subjective and physiological responses are recorded synchronously. Analyses assess whether specific parameters produce regulatory effects, examine the robustness of physiological markers under immersive conditions, and evaluate their suitability as control signals for adaptive XR systems.

Expected outcomes include a theory-grounded framework linking landscape characteristics, perception, and physiological regulation, quantified effect sizes relating spatial parameters to autonomic and neural responses, and feasibility criteria for integrating physiological signals into neuroadaptive XR environments supporting stress regulation and recovery.

Projektkoordinator

- Fachhochschule Vorarlberg GmbH

Projektpartner

- Medizinische Universität Innsbruck Forschungsservice und Innovation
- Technische Universität Wien