

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersucht den zunehmenden Einsatz immersiver Kollaborationstechnologien in global agierenden Unternehmensnetzwerken, die durch eine wachsende Komplexität der Interaktionen gekennzeichnet sind. Der Einsatz von Technologien wie Augmented Reality (AR) und Mixed Reality (MR) ermöglicht die ortsunabhängige Zusammenarbeit und den Austausch von Wissen. Diese Entwicklungen wurden durch die COVID-19-Pandemie zusätzlich beschleunigt, da neue Kommunikationsformen jenseits physischer Präsenz erforderlich wurden.

Obwohl kognitive, soziale und technologische Faktoren virtueller Zusammenarbeit bereits untersucht wurden, besteht bislang nur ein begrenztes Verständnis darüber, wie sich solche Technologien auf den Austausch impliziten Wissens im unternehmensübergreifenden, virtuellen Raum auswirken. Die erste Untersuchung der Dissertation analysiert deshalb die Einführung eines AR/MR-basierten Kollaborationssystems in einem multinationalen Pharmaunternehmen in Zusammenarbeit mit drei Auftragsherstellern in verschiedenen Ländern. Der Fokus liegt auf den Veränderungen bestehender Kooperationsformen und deren Auswirkungen auf die Generierung und Weitergabe von implizitem Wissen. Die qualitativen Ergebnisse zeigen eine erhöhte Flexibilität sowie eine verbesserte Planbarkeit in den Wissensprozessen. Zudem werden organisationale Spannungsfelder identifiziert, die die Implementierung solcher Systeme erschweren, sowie zentrale Voraussetzungen für eine erfolgreiche Integration benannt.

Darauf aufbauend widmet sich der zweite Teil der Arbeit der Rolle immersiver Technologien im produktionsnahen Umfeld. Der zunehmende Einsatz von AR und MR zielt auf die Verbesserung des impliziten Wissenstransfers und eine Steigerung der betrieblichen Effizienz. Neben positiven Effekten auf die Leistung von Mitarbeitenden und deren Interaktion im Arbeitskontext bleiben jedoch konkrete Auswirkungen auf Wissenstransferprozesse und Nutzerlernen bislang unzureichend geklärt.

Zur weiteren Untersuchung wurde ein Laborexperiment durchgeführt, in dem unterschiedliche Immersionsstufen beim Einsatz von Remote-Anleitungen im Produktionskontext miteinander verglichen wurden. Die Ergebnisse belegen, dass höhere Immersionsgrade den impliziten Wissenstransfer zwischen Anlagenbediener:in und Expert:in verbessern und gleichzeitig durch kürzere Problemlösungszeiten zur Effizienzsteigerung beitragen. Darüber hinaus zeigen sich verstärkte physische Beteiligungen der Anlagenbediener:in während der Arbeitsausführung.

Hinsichtlich des Nutzerlernens ergibt sich ein differenzierteres Bild. Die Lernergebnisse variieren je nach kognitiver Belastung, notwendigem Vorwissen und Komplexität der jeweiligen Aufgabenstellung. Systemgesteuerte Nutzerwahrnehmungen hatten in späteren Problemlösungsszenarien nur einen geringen Einfluss auf das Zusammenspiel von implizitem Wissen und Lernen. Auf Grundlage beider Studien werden praxisorientierte Empfehlungen abgeleitet, um die gezielte Auswahl geeigneter Anwendungsszenarien in Unternehmenskontexten zu unterstützen und die strategische Implementierung immersiver Technologien in der Industrie zu fördern.

Schlüsselbegriffe: Immersive Technologien, Implizites Wissen, Wissenstransfer, Virtuelle Zusammenarbeit, Betriebliche Effizienz, Nutzerlernen

Abstract

Today's global corporate networks exhibit increasing complexity in their interactions, as immersive collaboration tools foster an environment where business partners can exchange knowledge remotely. In this context, the use of such tools has become a subject of systematic investigation, supported by a wide array of information technology applications within globally distributed value chains. At the same time, awareness of virtual technologies with high immersion levels, including augmented reality (AR) and mixed reality (MR), has grown significantly. This development gained additional momentum during the COVID-19 pandemic, which necessitated alternative forms of communication beyond physical presence.

While existing research has explored cognitive, social, and technological factors relevant to virtual collaboration, there remains limited understanding of how these tools affect the exchange of tacit knowledge in remote inter-organizational contexts. To address this gap, the first part of this dissertation examines the implementation of an AR/MR-based collaboration tool employed by a multinational pharmaceutical corporation in cooperation with three contract manufacturing organizations located in different countries. The analysis focuses on how the adoption of virtual collaboration technologies, driven by global developments, has influenced the structure, quality, and modality of preexisting collaborations, as well as their impact on the creation and transfer of tacit knowledge. Results from the qualitative analysis indicate increased flexibility and improved planning capabilities in knowledge exchange processes. Moreover, the study identifies organizational factors that hinder the adoption of such systems and outlines essential conditions for their successful integration into distributed manufacturing environments.

Building on these insights, the second part of the dissertation investigates the role of immersive technologies within corporate manufacturing settings. Increasingly adopted in operational environments, AR/MR aim to improve tacit knowledge transfer (TKT) and enhance efficiency. These technologies offer potential benefits in operator performance, workplace engagement, and interaction across industries. Nevertheless, the effects on knowledge exchange processes, especially with regard to operator tasks and the subsequent process of user learning, remain insufficiently clarified.

To explore this, the empirical study incorporates a laboratory experiment that evaluates different levels of immersion in remote instruction scenarios. Operators received guidance to solve defined problems on a manufacturing line, enabling comparative analysis of performance outcomes. The findings confirm that higher immersion levels facilitate more effective TKT between operators and remote experts, while simultaneously improving operational efficiency through shorter problem-solving times. In addition to these outcomes, the study offers further insights into immersive interaction modalities and documents a noticeable increase in physical engagement during task execution.

However, the results concerning learning effects present a more nuanced picture. Learning outcomes varied depending on cognitive load, the necessity of prior training, and the complexity of the production tasks involved. Furthermore, moderated system-driven user perceptions showed only a minor influence on the interplay between TKT and learning, particularly in retrospective problem-solving contexts. Drawing from both studies, the dissertation formulates practical recommendations to support targeted use case selection, thereby enhancing the strategic implementation of immersive technologies in industrial applications.

Keywords: Immersive Technologies, Tacit Knowledge, Knowledge Transfer, Virtual Collaboration, Operational Efficiency, User Learning