



DM4AR:

# Wie Augmented Reality hilft, Herausforderungen im industriellen Service zu meistern

## So wird aus Expert:innenwissen organisationales Wissen

In einer sich ständig verändernden Welt, die geprägt ist vom demografischen Wandel, von den Anforderungen einer Wissensgesellschaft und einem immer akuter werdenden Fachkräftemangel, bedarf es innovativer Lösungen mehr denn je. Solch eine Lösung gelang im Verbundprojekt ‚DM4AR‘, das Ende Mai 2023 erfolgreich beendet werden konnte. Mit der Entwicklung einer AR-Plattform, die individuelles Wissen in organisationalen Mehrwert transformiert, beantwortete das DM4AR-Projektteam diese Herausforderungen. Die DM4AR-Plattform sammelt, verarbeitet und teilt Expert:innenwissen, was zu effizienterem und ressourcenschonenderem Arbeiten im industriellen Service führt. Somit ermöglichen die Projektergebnisse von DM4AR einen wichtigen Fortschritt in der Nutzung von Augmented Reality zur Wissenskonservierung, -erweiterung und -weitergabe. >

DM4AR:

# How Augmented Reality Helps Overcome Challenges in Industrial Service

## How Expert Knowledge Becomes Organizational Knowledge

In a constantly changing world characterized by demographic change, the demands of a knowledge society, and an increasingly acute shortage of skilled workers, innovative solutions are needed more than ever. Such a solution was achieved in the joint project ‘DM4AR’, which was successfully completed at the end of May this year. By developing an AR platform that transforms individual knowledge into organizational added value, the DM4AR project team offered answers to the above challenges. The DM4AR platform collects, processes and shares expert knowledge, leading to more efficient and resource-conserving work practices in industrial service. Thus, the DM4AR project results represent an important advance in the use of augmented reality for knowledge preservation, enhancement and sharing. >

Insbesondere Anbieter industrieller Dienstleistungen, die auf Expert:innenwissen und Mitarbeitende mit spezialisierten Fähigkeiten angewiesen sind, stehen vor vielfältigen Herausforderungen<sup>1</sup>. Diese werden durch erhöhte Reisezeiten und die damit verbundenen Umweltbelastungen, die aus Arbeitseinsätzen vor Ort beim Kunden resultieren, zusätzlich verstärkt<sup>2</sup>. Innerhalb des Forschungsprojekts ‚DM4AR – Datenmanagement für Augmented Reality‘ wurde diese Problematik bearbeitet und letztlich gelöst. Die entwickelte Lösung ist eine AR-Plattform, die für die automatisierte Erstellung von AR-Inhalten konzipiert wurde, wobei sie das Fachwissen der Mitarbeitenden erfasst, aufbereitet und kontextbezogen weitergibt. Diese Plattform ermöglicht eine Transformation von implizitem Wissen in organisationales Wissen<sup>3</sup>. Die Generierung von mehr organisationalem Wissen kann dazu beitragen, Instandhaltungsarbeiten effizienter und ressourcenschonender zu gestalten.

Anhand mehrerer Anwendungsfälle in Kooperation mit verschiedenen Umsetzungspartnern, darunter die *TOP Mehrwert-Logistik*, *YNCORIS* und *thyssenkrupp Polysius*, lässt sich die Effizienzsteigerung verdeutlichen, die die Integration von AR-Inhalten in den Arbeitsprozess sowie die Konservierung, Bereitstellung und Weiterentwicklung von für die Unternehmen wertvollem Wissen bewirken. Zu den im Projekt bearbeiteten Anwendungsfällen gehören etwa der Austausch von Defektteilen bei Fotodruckern, die Reparatur und Wartung von Pumpen und die Wartung einer Kugelmühle für Zementwerke. Technische Herausforderungen, wie die Erstellung eines geeigneten Datenmodells für die AR-Plattform, die Integration unstrukturierter Daten sowie die Gewährleistung von IT-Sicherheit und Datenschutz, wurden in enger Zusammenarbeit mit den Entwicklungspartnern *Software AG* und *Oculavis GmbH* erfolgreich bewältigt.

Die DM4AR-Plattform weist für die Anwendung im technischen Service vielseitige Potenziale auf. Die AR-Technologie ermöglicht es, implizites Wissen der Mitarbeitenden zu katalogisieren und einer breiten Basis im Unternehmen zugänglich zu machen. Ein Mehrwert besteht beispielsweise darin, weniger erfahrene Mitarbeitende effizienter schulen zu können oder Kund:innen zur selbstständigen Durchführung von Wartungsarbeiten zu befähigen<sup>4</sup>. Dies führt nicht nur zu einer effizienteren Nutzung von Arbeitszeit und zur Reduzierung von Kosten, sondern leistet darüber hinaus einen Beitrag zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks<sup>5</sup>. Zudem bietet die Möglichkeit der unternehmensweiten Skalierung weitere Perspektiven für die

In particular, providers of industrial services who rely on expert knowledge and employees with specialized skills face a variety of challenges. These are additionally exacerbated by increased travel times and the associated environmental impact resulting from on-site work assignments at the customer's premises. Within the research project 'DM4AR – Data Management for Augmented Reality' this issue was addressed and ultimately solved. The solution developed is an AR platform designed for automated AR content creation. It captures, processes, and shares employee expertise in a context-embedded way. The platform enables transformation of tacit knowledge into organizational knowledge. Generating more organizational knowledge can help make maintenance work more efficient and resource-conserving.

Several use cases in cooperation with various implementation partners, including *TOP Mehrwert-Logistik*, *YNCORIS*, and *thyssenkrupp Polysius*, illustrate the increase in efficiency brought about by the integration of AR content into the work process and the preservation, provision, and further development of valuable knowledge. Use cases worked on in the project include replacing defective parts in photo printers, repairing and maintaining pumps, and servicing a ball mill for cement plants. Technical challenges, such as the creation of a suitable data model for the AR platform, the integration of unstructured data, and safeguarding of IT security and data protection, were successfully overcome in close cooperation with the development partners *Software AG* and *Oculavis GmbH*.

The DM4AR platform has versatile potential for use in technical service. AR technology makes it possible to catalog employees' tacit knowledge and make it accessible to a broad base in the company. One added value, for example, is the ability to train less experienced employees more efficiently or to enable customers to carry out maintenance work on their own. This not only leads to more efficient use of working time and a reduction in costs, but also contributes to reducing the environmental footprint. In addition, the ability to scale across the enterprise offers further prospects for the future implementation of AR technologies. In order to scale successfully, first, suitable, company-specific use cases must be selected. Second, incentives for employees to use AI must be created, for example through gamification concepts.

<sup>1</sup> s. Berlemann u. Eurich 20 23, S. 147 f.

<sup>2</sup> s. Hertfelder u. Futterknecht 2019, S. 33

<sup>3</sup> s. Katenkamp 2011, S. 19

<sup>4</sup> s. Aromaa et al. 2016, S. 239

<sup>5</sup> s. Müller u. Ohlig 2021, S. 6

<sup>1</sup> Berlemann u. Eurich 20 23, p. 147 et seq.

<sup>2</sup> ertfelder u. Futterknecht 2019, p. 33

<sup>3</sup> Katenkamp 2011, p. 19

<sup>4</sup> Aromaa et al. 2016, p. 239

<sup>5</sup> Müller u. Ohlig 2021, p. 6

zukünftige Implementierung von AR-Technologien. Um erfolgreich zu skalieren, sind auf der einen Seite geeignete, unternehmensspezifische Anwendungsfälle auszuwählen. Auf der anderen Seite müssen Anreize beispielsweise durch Gamification-Konzepte geschaffen werden, um die Mitarbeitenden für die AR-Nutzung zu motivieren.

## Demonstrator & Potenziale für Unternehmen

Auf der Konferenz „Datenorientierte Wertschöpfung nachhaltig gestalten“<sup>6</sup> wurde im Sommer 2023 erstmals der Demonstrator des Projekts DM4AR vorgestellt (s. Figure 1). Er ist eine miniaturisierte Version einer Kugelmühle, die im konkreten Anwendungsfall als Kaffeemühle fungiert. Diese Anwendung stellt aufgrund der Größe der Kaffeebohnen und der Komplexität des Mahlvorgangs ein geeignetes Modell dar, um die Funktionsweise einer industriellen Kugelmühle zu imitieren. Im Rahmen des Projekts wurden in das Modell bestimmte Fehler eingebaut. Die Benutzer:innen können mithilfe von AR-Tools und speziellen Anleitungen die Fehler identifizieren und beheben. Die Integration von Sensoren hilft dabei, potenzielle Fehlerquellen, wie sie auch bei einer realen Kugelmühle auftreten können, im Modell zu repräsentieren. So simuliert das Modell beispielsweise einen zu großen Mahlpalt und erzeugt im Ergebnis zu grob gemahlene Kaffeebohnen. Ebenso ist ein fehlerhafter Füllstand darstellbar, der mittels Sensorik zur Füllstandsmessung auf Abweichungen überprüft werden kann. Diese eingebauten Fehler dienen dazu, den Benutzer:innen eine realistische Erfahrung im Umgang mit den Herausforderungen durch AR zu bieten, die beim Betrieb einer echten Kugelmühle auftreten können. Die im Projekt entwickelte AR-Plattform trägt dazu bei, dass diese Fehler frühzeitig erkannt und abgestellt werden können. Zu diesem Zweck wurde ein digitales 3D-Modell der Kugelmühle auf der Plattform hinterlegt. Unter Anwendung des Modells und der mithilfe von AR zusätzlich eingeblendeten Fehlerbeschreibungen und Reparaturanleitungen kann eine Fehlerbehebung in kürzerer Zeit erfolgen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts DM4AR wurden einige Herausforderungen, die im Projektverlauf und aufgrund der gesellschaftlichen Entwicklung aufgetreten sind und aus den drei Säulen (ökonomisch, ökologisch, sozial) der Nachhaltigkeit hervorgehen, bereits gelöst: Mit einer AR-Plattform, die Daten automatisiert in AR-Inhalte umwandelt, wurde ein Weg gefunden, wertvolles Unternehmenswissen zu sichern und gezielt einzusetzen. Dies trägt

## Demonstrator & Potential for Companies

The demonstrator of the DM4AR project was presented for the first time at the conference “Sustainable Data-Oriented Value Creation” in summer 2023 (see Fig. 1). It is a miniaturized version of a ball mill that functions as a coffee grinder in the specific use case. Due to the size of the coffee beans and the complexity of the grinding process, this application represents a suitable model to imitate the operation of an industrial ball mill. As part of the project, certain faults were built into the model. The users are able to identify and fix the faults with the help of AR tools and special instructions. The integration of sensors helps to represent potential error sources in the model, as they can also occur in a real ball mill. For example, the model simulates a grinding gap that is too large and produces coffee that is ground too coarsely as a result. Likewise, a faulty fill level can be represented, which can be checked for deviations by means of sensor

<sup>6</sup> The final publication of the conference can be downloaded at [susie-hub.de](https://susie-hub.de) can be downloaded.



Image 1:  
Demonstrator of the DM4AR project exhibited  
at the final conference

<sup>6</sup> Die Abschlusspublikation zur Konferenz kann unter [susie-hub.de](https://susie-hub.de) herunter geladen werden.

zur ökonomischen Nachhaltigkeit bei, indem die Produktivität gesteigert und der Erfolg des Unternehmens gesichert wird. Darüber hinaus kann mit der DM4AR-Plattform Instandhaltung remote oder durch vor Ort anwesende Techniker ohne spezifisches Expert:innenwissen durchgeführt werden. Dies spart Ressourcen und fördert ökologische Nachhaltigkeit dank der Verringerung der durch die Anreise der Techniker:innen verursachten Emissionen. Darüber hinaus stärkt die Nutzung der DM4AR-Plattform auch die soziale Nachhaltigkeit, indem sie eine offene Lernkultur fördert. Durch die Gestaltung von Prozessen, die Mitarbeitende dazu ermutigen, ihr Wissen weiterzugeben und in einer für AR geeigneten Form zu dokumentieren, wird offen mit Wissen umgegangen und die Weitergabe gefördert. Dies entspricht der auf der Konferenz betonten Notwendigkeit, eine Lernkultur zu fördern, die offen mit Misserfolgen umgeht. Insgesamt trägt AR dazu bei, datenorientierte Wertschöpfung zukunftsfähig und nachhaltig zu gestalten. Die Ergebnisse des DM4AR-Projekts zeigen, wie technologische Innovation und Datenorientierung genutzt werden können, um Arbeitsprozesse effizienter und produktiver zu gestalten.

## Ausblick

Auch in Zukunft stehen zwei Kernherausforderungen in Bezug auf Technologie und datenorientiertes Arbeiten im Mittelpunkt: Wie verbinden wir Technologie und datenorientiertes Arbeiten mit Nachhaltigkeit? Und wie fördern wir eine Kultur, die offen mit Misserfolgen umgeht und stetiges Lernen unterstützt?

Neben dem Forschungsprojekt ‚DM4AR‘, das nun erfolgreich beendet wurde, nimmt sich das FIR in weiteren Forschungsprojekten dieser Herausforderungen auch künftig an. Projekte wie beispielsweise DRivE und DiSerHub dienen dazu, Technologie, Datenorientierung und Nachhaltigkeit miteinander zu verknüpfen. Im Projekt ‚DRivE‘ werden technische Lösungen für ökoeffizienten, datenbasierten Fernverkehr mit Lkw entwickelt, die alternative Antriebe nutzen. Das trägt zur ökologischen Nachhaltigkeit bei und unterstützt gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit von Transportunternehmen. Im Projekt ‚DiSerHub‘ stehen die Verbesserung und nachhaltigere Nutzung von Automobilen durch Dienstleistungen und digitale Geschäftsmodelle im Mittelpunkt. Die Einrichtung einer Informationsplattform, die die Wissensübertragung und Vernetzung von Akteuren in der Automobilindustrie unterstützt, wird einen nachhaltigen Transformationsprozess fördern.

Ob eine erfolgreiche und zufriedenstellende Beantwortung der zum Eingang dieses Abschnitts gestellten Fragen mög-

lich ist, wird durch die Entwicklung von AR-Technologie gemessen. Diese eingebauten Fehler dienen dazu, den Nutzern eine realistische Erfahrung mit der Nutzung von AR zu bieten, um mit den Herausforderungen umzugehen, die bei der Bedienung einer realen Kugelmühle auftreten können. Die AR-Plattform, die im Projekt entwickelt wurde, hilft zu gewährleisten, dass diese Fehler frühzeitig erkannt und behoben werden können. Zu diesem Zweck wurde ein digitales 3D-Modell der Kugelmühle auf der Plattform gespeichert. Durch die Kombination von AR-Modellen mit Fehlerbeschreibungen und Reparaturanweisungen, die über AR-Technologie bereitgestellt werden, können Fehler schneller korrigiert werden.

Das DM4AR-Forschungsprojekt hat es geschafft, einige der Herausforderungen zu lösen, die während des Projekts als Ergebnis gesellschaftlicher Entwicklungen und welche aus den drei Säulen der Nachhaltigkeit hervorgehen: Mit einer AR-Plattform, die Daten automatisch in AR-Inhalte umwandelt, wurde ein Weg gefunden, um wertvolles Unternehmenswissen zu sichern und gezielt einzusetzen. Dies trägt zur ökonomischen Nachhaltigkeit bei, indem die Produktivität gesteigert und der Erfolg des Unternehmens gesichert wird. Darüber hinaus ermöglicht die DM4AR-Plattform die Fernwartung oder die Einbindung von Nicht-Experten vor Ort. Dies spart Ressourcen und fördert die ökologische Nachhaltigkeit, indem die Emissionen durch die Reduzierung der Reisen der Experten reduziert werden. Außerdem trägt die Nutzung der DM4AR-Plattform zur sozialen Nachhaltigkeit bei, indem sie eine offene Lernkultur fördert. Durch die Gestaltung von Prozessen, die Mitarbeiter dazu ermutigen, ihr Wissen weiterzugeben und in einer für AR geeigneten Form zu dokumentieren, wird offen mit Wissen umgegangen und die Weitergabe gefördert. Dies entspricht der auf der Konferenz betonten Notwendigkeit, eine Lernkultur zu fördern, die offen mit Misserfolgen umgeht. Insgesamt trägt AR dazu bei, datenorientierte Wertschöpfung zukunftsfähig und nachhaltig zu gestalten. Die Ergebnisse des DM4AR-Projekts zeigen, wie technologische Innovation und Datenorientierung genutzt werden können, um Arbeitsprozesse effizienter und produktiver zu gestalten.

## Outlook

Going forward, we will continue to focus on two core challenges related to technology and data-driven work: How do we combine technology and data-driven work with sustainability? And how do we foster a culture that deals openly with failure and supports continuous learning?

In addition to the DM4AR research project, which has now been successfully completed, FIR will continue to address these challenges in other research projects.

lich ist, entscheiden insbesondere Unternehmen. Hierfür wird es notwendig sein, bisher geltende Grundsätze des Unternehmenserfolgs zu hinterfragen und gegebenenfalls neu zu definieren.

sl · ab1

#### Literature:

Frank, J.; Holst, L.; Müller, D.; Leiting, T.: Aachener Subscription-Business. Monetarisieren Sie die Nutzungsphase Ihrer Produkte. Die sechs Erfolgsprinzipien. FIR e. V. an der RWTH Aachen, Aachen 2021. [https://epub.fir.de/frontdoor/deliver/index/docId/1638/file/EP\\_Subscription-Business.pdf](https://epub.fir.de/frontdoor/deliver/index/docId/1638/file/EP_Subscription-Business.pdf) (Link zuletzt geprüft: 28.06.2023)

Hermann, U.: Digitalisierung im Industrieunternehmen. Die Chancen der digitalen Ökonomie der Dinge erkennen, entwickeln und erfolgreich umsetzen. Apprimus, Aachen 2019.

Liu, Y.; Gützlaff, A.; Cremer, S.; Grbev, T.; Schuh, G.: Design of Tailored Subscription Business Models – A Guide for Machinery and Equipment Manufacturers. In: Production at the leading edge of technology. Proceedings of the 10th Congress of the German Academic Association for Production Technology (WGP). Hrsg.: B.-A. Behrens; A. Brosius; W. Hintze; S. Ihlenfeldt; J.-P. Wulfsberg. Dresden, 23. – 24.09.2020. Springer, Berlin [u. a.] 2021, S. 717 – 727.

Schuh, G.: Das Unmögliche wagen: Kann die BWL das Unterstützen? Fallbeispiel des Deep Tech Start-Ups e.GO Mobile. In: Die Unternehmung 75 (2021) 2, S. 309 – 318.

Schuh, G.; Wenger, L.; Stich, V.; Hicking, J.; Gailus, J.: Outcome Economy: Subscription Business Models in Machinery and Plant Engineering. In: Procedia CIRP 93, S. 599 – 604. DOI: 10.1016/j.procir.2020.04.146.

Staudacher, J.: Kundenorientierung. Grundlagen, Modelle und Best Practices für eine erfolgreiche Transformation. Springer Gabler, Wiesbaden 2021.

Tzuo, T.; Weisert, G.: Subscribed. Why the subscription model will be your company's future – and what to do about it. Portfolio/Penguin, New York [u. a.] 2018.

Projects such as DRivE and DiSerHub, for example, serve to integrate technology, data orientation and sustainability. In the DRivE project, technical solutions are being developed for eco-efficient, data-based long-distance transport with trucks that use alternative drive systems. This contributes to environmental sustainability and at the same time increases the economic efficiency of transport companies. The DiSerHub project focuses on improving and making more sustainable use of automobiles through services and digital business models. The establishment of an information platform that supports the transfer of knowledge and networking of players in the automotive industry will promote a sustainable transformation process.

Companies in particular will decide whether it is possible to successfully and satisfactorily answer the questions posed at the beginning of this section. For this purpose, it will be necessary to question previously valid principles of corporate success and, if necessary, to redefine them.

If you have any questions about the project, please feel free to contact me.

**Project Title:** DM4AR – Datenmanagement for Augmented Reality

**Funding/Promoters:** Federal Ministry of Education and Research (BMBF); Projektträger Karlsruhe – PTKA

**Funding no.:** 100456839

**Research Partner:** oculavis GmbH, Software AG, thyssenkrupp Industrial Solutions AG, TOP Mehrwert-Logistik GmbH & Co. KG, YNCORIS GmbH & Co. KG

**Website:** r.de



Florian Schuldt, M.Sc.  
Project Manager  
Department Service Management  
FIR e. V. at RWTH Aachen University  
Phone: +49 241 47705-227  
Email: Florian.Schuldt@fir.rwth-aachen.de

