

Digitale Assistenzsysteme in der Industrie: Visualisierungskonzept

Robert Rost [0000-0002-4290-5794]

Technische Universität Hamburg
robert.rost@tuhh.de

Kurzfassung: Digitale Assistenzsysteme haben das Potential die papierbasierte Informations- und Kommunikationsbasis in der Industrie zu ersetzen. Hierbei ist die Digitalisierung keineswegs ein Selbstzweck, denn die Systeme bieten die Flexibilität die bereitgestellten Informationen und Funktionen präzise am Nutzer und dem jeweiligen Anwendungsfall auszurichten. Der dadurch entstehende Mehrwert für industrielle Prozesse wie die Montage [Frie16] oder die Instandhaltung [Melu19] komplexer Produkte konnten bereits hinlänglich nachgewiesen werden. Bei der Gestaltung der primär informatorischen Assistenzsysteme stellt sich jedoch stets die Frage eines unter kognitiv-ergonomischen Gesichtspunkten sinnvoll gestalteten Bedienkonzeptes [Jesk20]. Unternehmen neigen dazu, unstrukturierte Informationen in zu großen Mengen bereitzustellen, die Bereitstellung zu wenig am Empfänger auszurichten und allgemein zu wenig aus Sicht der Bezugsgruppe zu denken [Mast20].

Im Folgenden werden ein empfängerorientiertes Visualisierungskonzept zur Abbildung grundlegender Informationsbausteine sowie Kommunikationsfunktionen für digitale Assistenzsysteme vorgestellt.

1 Vorwort

Bei der vorliegenden Schrift handelt es sich um eine Vorabpublikation im Zuge des Promotionsvorhabens „Digitale Assistenzsysteme für kollaborative Arbeitsprozesse in der Unikatproduktion“ von Robert Rost an der Technischen Universität Hamburg.

Ziel ist es, das im Rahmen der Dissertation als Teillösung erarbeitete Visualisierungskonzept für ein digitales Assistenzsystem für weitreichendere Evaluationen im Rahmen studentischer Arbeiten und anderer Forschungsvorhaben bereitzustellen. Aus diesem Grund konzentriert sich diese Ausarbeitung auf die Vorstellung der wesentlichen Elemente des Konzeptes und weniger auf die konkreten Hintergründe der Teillösung.

2 Informations- und grundlegende Kommunikationsbedarfe

Digitale Assistenzsysteme haben das Potential, Mitarbeiter bei herausfordernden, neuen und kognitiv anspruchsvollen Tätigkeiten zu entlasten [Apt18]. Als Einsatzbereiche stehen in der Regel die Fertigung, Montage, Instandhaltung sowie die Logistik im Vordergrund [Klapp19]. Im Folgenden werden beispielhafte Arbeitsprozesse beleuchtet und die vorliegenden, grundlegenden Informations- und Kommunikationsbedarfe aufgezeigt.

2.1 Industrielle Referenzprozesse

Übertragen auf den Produktlebenszyklus liegt das Handlungsfeld in den Phasen der Produktion, des Betriebs sowie des Recyclings (vgl. Abbildung 1). Digitale Montageanleitungen

können Werkerinnen und Werkern (insbesondere bei der Produktion von Unikaten) zielgerichtet und aufwandsarm die notwendigen Informationen zuspiesen [Hala18]. Am Übergang zum Betrieb knüpfen die Systeme an den digitalen Arbeitsprozess an und können durch digitale Dokumentationswerkzeuge einen medienbruchfreien Übergang zum Produktbetrieb gewährleisten. Während des Betriebes kann die Schulung neuer Mitarbeiter mit digitalen Unterlagen zielgerichtet, ortsunabhängig und aufwandsarm gestaltet werden [Frie19]. Zuletzt profitieren Instandhaltungsprozesse in hohem Maße [Melu19] von digitalen Unterlagen und gewährleisten eine durchgängige Datenbasis, die über die Phase des Recyclings hinaus auch bei der Entwicklung neuer Produkte hilft.

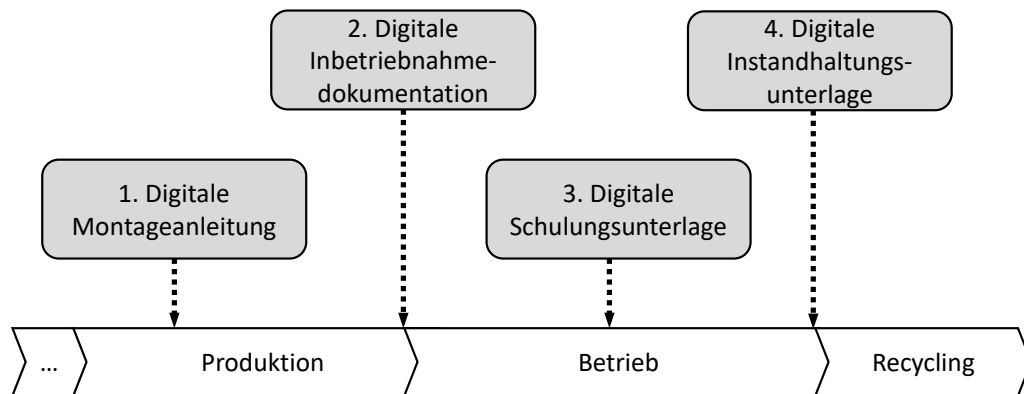


Abbildung 1: Digitale Assistenzsysteme im Produktlebenszyklus

Zwar unterscheiden sich die vier genannten Prozesse grundlegend voneinander, zahlreiche Prozessbegleitungen und -analysen haben jedoch gezeigt, dass eine große Schnittmenge benötigter Informationen und Kommunikationsfunktionen besteht, die von den digitalen Assistenzsystemen bedient wird. Das hier vorgestellte Teilkonzept versucht diese Bedarfe zu bedienen und stellt eine grundlegende Struktur zur Visualisierung der notwendigen Inhalte vor.

2.2 Informationsbedarfe

Die Referenzprozesse haben gemein, dass komplexe, technische Sachverhalte an realen physischen Produkten unterstützt werden. In diversen Untersuchungen (z. B. [Frie16]) konnte ein positiver Effekt **dreidimensionaler Visualisierungen** auf die Produktivität sowie das Fehlerrisiko nachgewiesen werden.

Die durchzuführenden **Tätigkeiten** sind **in Listen** (Arbeitsplänen) strukturiert, die im Falle einer Montageaufgabe sehr einfach, im Falle einer komplexen Inbetriebnahme jedoch auch sehr komplex (zusätzlichweise, Einstellwerte, etc.) sein können. Tätigkeiten können hierbei entweder für sich stehen oder aber **auf konkrete Bauteile oder Baugruppen verweisen**.

Auch Zusatzinformationen unabhängig des Arbeitsplanes haben in der Regel einen konkreten **Bezug zu konkreten Bauteilen oder Baugruppen**. Ein geläufiges Beispiel sind Produktattribute wie Lagerorte für Materialien (Produktion), Vorgabewerte für Prüfungen (Inbetriebnahme) oder Anzugsmomente von Schrauben (Schulung / Instandhaltung).

Um Redundanzen in der Informationsbereitstellung zu vermeiden, ist es zunächst notwendig, die einzelnen Informationsbausteine miteinander zu verknüpfen und in einen gemein-

Untersuchungen haben gezeigt, dass beispielsweise eine Fotofunktion zu jedem Zeitpunkt im Prozess sinnvoll ist und schnell aufrufbar sein muss. Dedizierte Aktionen eines Moduls können daher in einen Aktionszugriff ausgelagert werden und sind so dauerhaft unabhängig des aktuell ausgewählten Moduls verfügbar.

3.1 Modul- und Aktionszugriff

Der Modulzugriff (vgl. z. B. Abbildung 4 links) dient wie eingangs erwähnt dem Aktivieren eines spezifischen Moduls. Das aktive Modul ist hierbei durch eine Hervorhebung in der Zugriffsleiste abgesetzt. Beim Anwählen eines alternativen Moduls, wechselt diese Hervorhebung, sodass stets nur ein Modul zur selben Zeit aktiv sein kann. Der Aktionszugriff (vgl. Abbildung 3 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) dient zum einen als Sammelcontainer für ausgewählte Funktionen einzelner Module (hier Erstellen einer Beanstandungsmeldung, Erstellen eines Fotos, Zurücksetzen der 3D-Ansicht auf die Startposition oder virtuelles Anfliegen des ausgewählten Objektes).

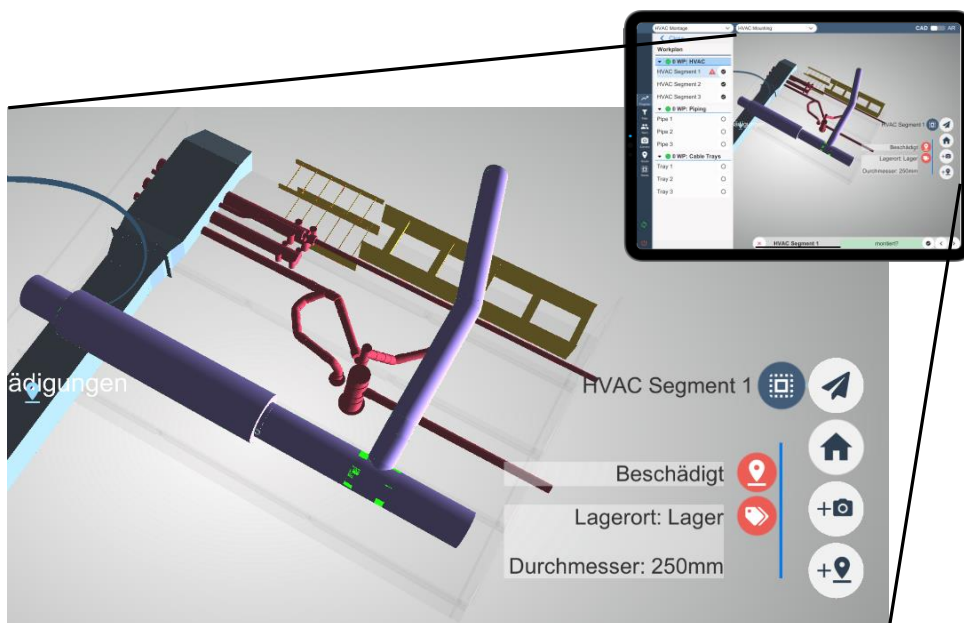


Abbildung 3: Aktionszugriff

Zum anderen liefert das Menü Informationen über das aktuelle Objekt (z. B. Bauteil, Meldung, Foto) sowie damit verknüpfte Informationen. Im Beispiel ist das Bauteil HVAC Segment 1 ausgewählt, es wurde eine Beschädigung gemeldet und es sind Lagerort und Durchmesser als bauteilspezifische Attribute hinterlegt. Sämtliche Inhalte des Aktionszugriffes sind unabhängig des aktiven Moduls verfügbar.

3.2 3D-Informationen

Im 3D-Informationsbereich wird in erster Linie das 3D-Modell des Werkstücks präsentiert. Hierbei wird das aktuell selektierte Bauteil hervorgehoben (vgl. Abbildung 4). Bauteile, die Bestandteil des Arbeitsplanes sind, werden durch eine zusätzliche Umrandung hervorgehoben, dessen Farbe (rot oder grün) den Status des verknüpften Arbeitsschrittes indiziert.

Wesentliches Merkmal dieses Konzeptes ist die intuitive Verknüpfung von 2D- und 3D-Informationen. Bei einer Referenz auf ein Bauteil oder aber auf eine Position auf einem Bauteil, zeigt eine dynamische Bézier-Kurve diesen eins zu eins Zusammenhang zwischen 2D-

und 3D-Information an und verringert so den kognitiven Aufwand für den geometrischen Transfer. Die Verknüpfungslinie kann zusätzlich eingefärbt werden, um wie im gezeigten Beispiel den Status einer Beanstandungsmeldung (rot für ungelöst, grün für gelöst) anzuzeigen.

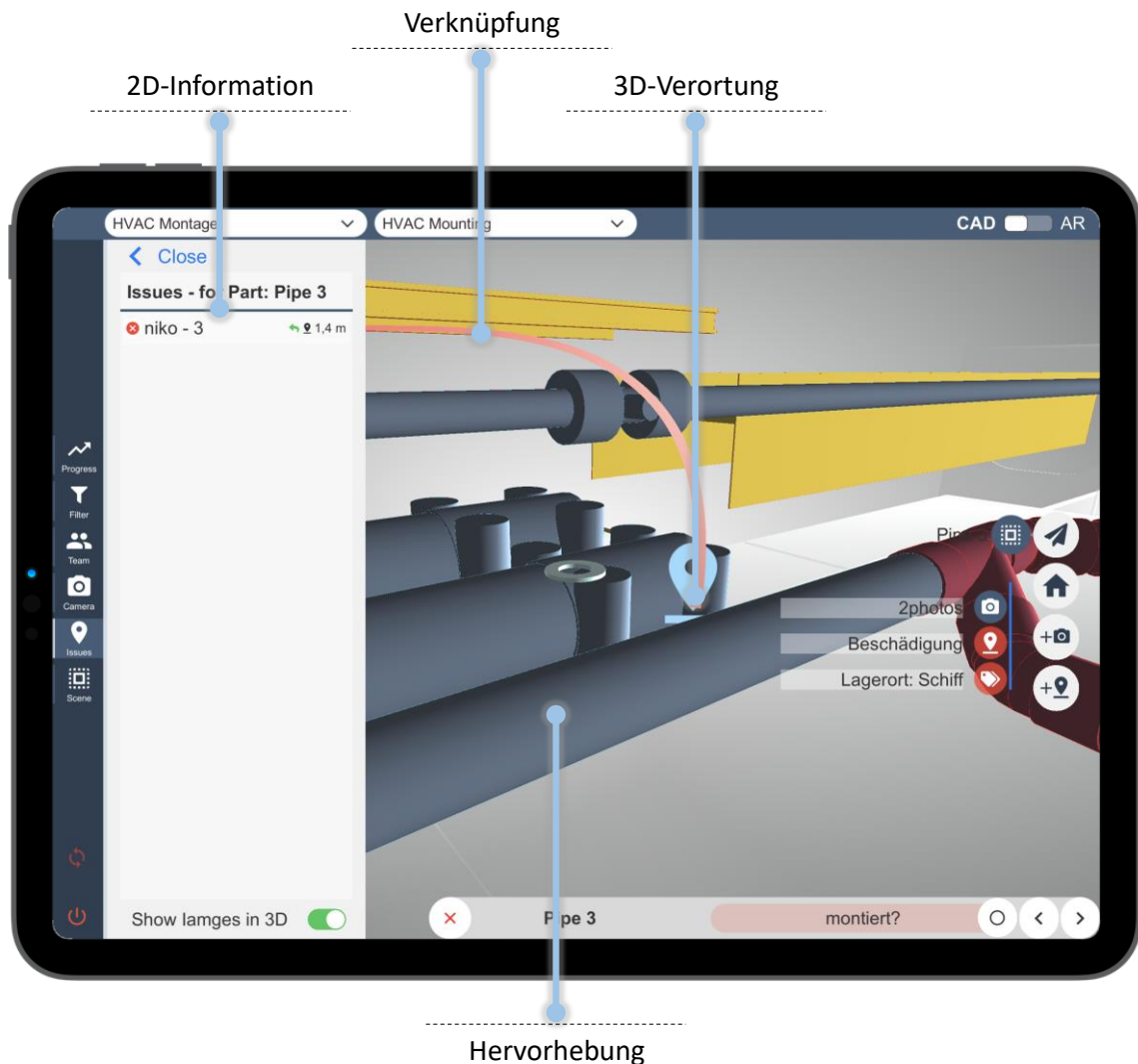


Abbildung 4: 3D-Informationsbereich

Die 3D-Ansicht verfügt über zwei grundsätzlich unterschiedliche Anzeigemodi: CAD-Anzeige und Augmented-Reality (AR) Anzeige. Über einen Umschaltbutton (rechts oben) kann der Anwender zwischen den Modi wechseln und die Ansicht passt sich automatisch an. Anstatt eines künstlichen Hintergrundhorizontes (vgl. Abbildung 2) ist im AR-Modus das Kamerabild zu sehen und die 3D-Objekte werden poserrichtig überlagert. Auch die Erscheinung der Bauteile verändert sich, sodass montierte Bauteile als Maske (Okklusion) dienen und so die Immersion erhöhen.

3.3 2D- und Detailinformationen

Der Bereich zur Darstellung von 2D-Informationen wird von den Inhalten der jeweiligen Module gefüllt. Als Beispiel kann dieser Attributlisten, Beanstandungslisten oder den aktuellen Arbeitsplan beinhalten (vgl. Abbildung 5). Es hat sich herausgestellt, dass ein Großteil

der darzustellenden Informationen in Listenform vorliegt und die vertikale Anordnung kombiniert mit einer vertikalen Scroll-Funktion optimal ist. Großformatig darzustellende Inhalte (wie Fotos) ließen sich ergänzend in einer maximierten Ansicht darstellen. Über die Seitenleiste kann direkt mit den 2D-Informationen interagiert und so zum Beispiel der Arbeitsfortschritt zurückgemeldet werden.

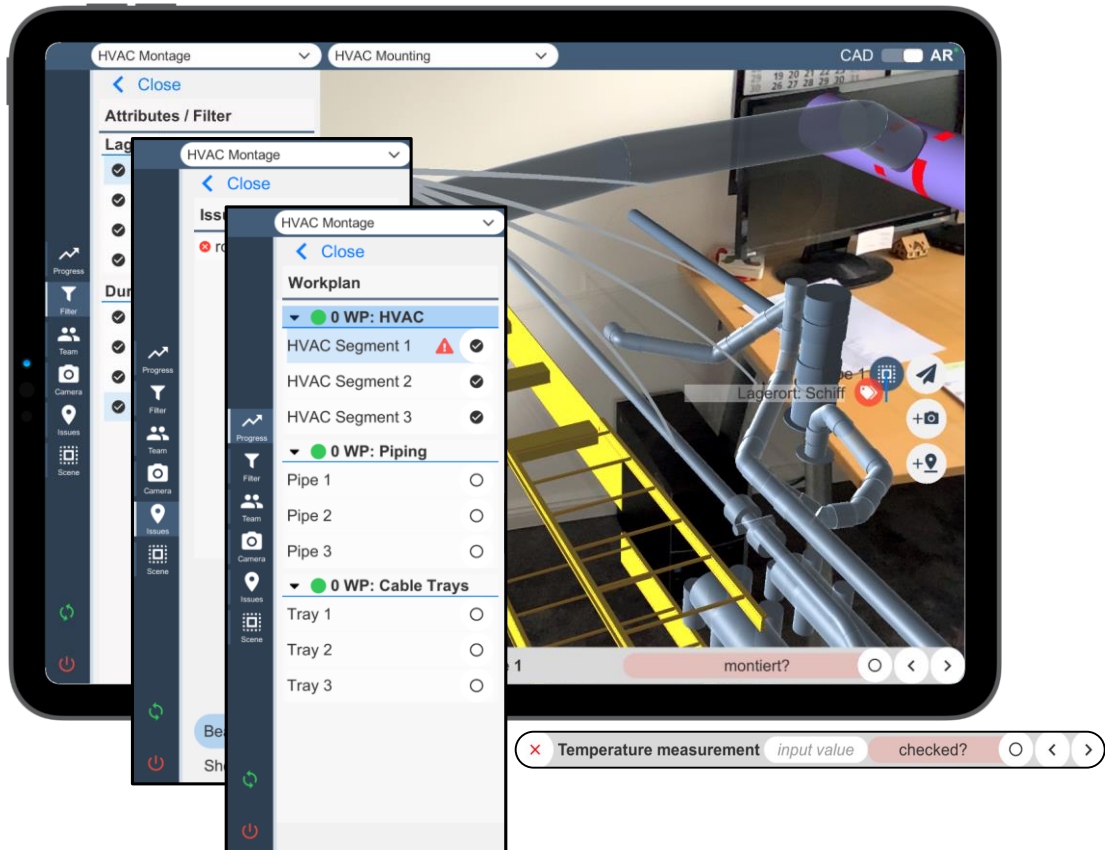


Abbildung 5: 2D- und Detailinformationen

Um den gesamten 3D-Bereich auszunutzen kann der 2D-Informationsbereich minimiert werden. Um dennoch spezifische Informationen weiterhin darstellen zu können wird, kann ein abgetrennter Bereich für Detailinformationen gefüllt werden. Es kann beispielsweise der aktuell ausgewählte Arbeitsschritt gemeinsam mit der Schaltfläche zur Fortschrittsdokumentation oder aber auch ein Eingabefeld für Rückmeldedaten dargestellt werden.

3.4 Bidirektionale Informationsübertragung

Das Visualisierungskonzept wurde innerhalb einer prototypischen Anwendung realisiert, welche in bidirektionaler Verbindung mit einem Server steht. Fortschrittsdaten können so schnell zwischen Endgerät und Server ausgetauscht werden. Kommt es bei einem Datensatz zu einer Änderung, meldet der Server dieses an alle verbundenen Endgeräte und fordert eine Synchronisation an. Innerhalb der Anwendung werden eintreffende Änderungen bewertet und entsprechend eine Benachrichtigung für den Nutzer abgegeben. Im Beispiel (vgl. Abbildung 6) wird der Anwender darüber informiert, dass eine Lösungsanweisung zu einer von ihm getätigten Beanstandungsmeldung hinterlegt wurde. Der Anwender erhält diese Push-Benachrichtigung und gelangt über einen Klick darauf direkt zu der entsprechenden Meldung.

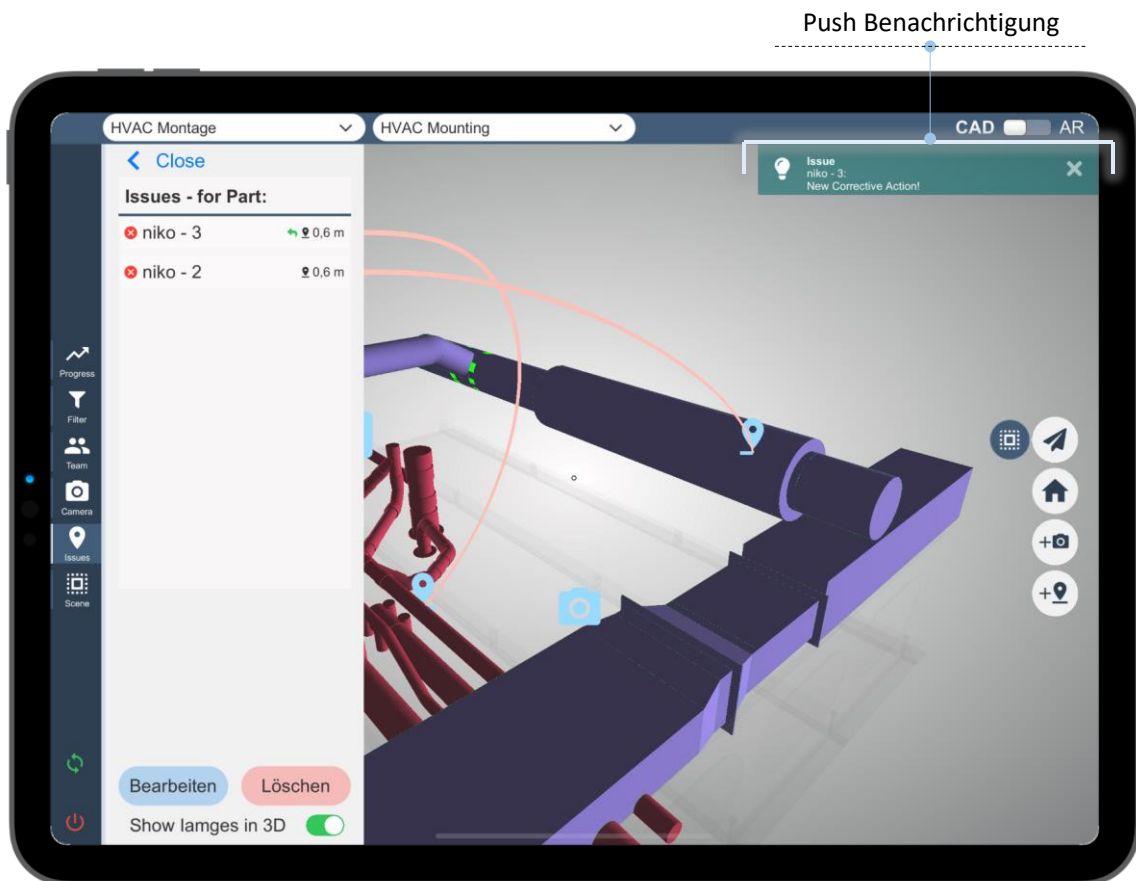


Abbildung 6: Benachrichtigungen während der App-Nutzung

Neben der hier gezeigten (für Werkerinnen und Werker konzipierten) Tablet-Anwendung existiert eine für Bauleiter und andere Entscheidungsträger angepasste Oberfläche, die in diesem Kontext jedoch nicht näher beleuchtet wird.

4 Schluss

Das Visualisierungskonzept wurde bereits erfolgreich in einer digitalen Montageanleitung sowie testweise in einer Wartungsanleitung implementiert. Derzeit finden Realversuche mit prozesserfahrenen Probanden statt, um die Benutzerfreundlichkeit der Oberfläche sowie den Effekt der Anwendung auf den Arbeitsprozess zu evaluieren. In studentischen Arbeiten sowie laufenden Forschungsvorhaben ist außerdem die Implementierung des Konzeptes für die Schulung von Studierenden bei Praktikumsversuchen sowie die schiffbauliche Inbetriebnahme geplant.

Literatur

- [Apt18] Apt, Wenke; Schubert, Michael; Wischmann, Steffen: Digitale Assistenzsysteme - Perspektiven und Herausforderungen für den Einsatz in Industrie und Dienstleistungen. Institut für Innovation und Technik (iit), Berlin 2018

- [Frie16] Friedewald, Axel; Halata, Philipp Sebastian; Meluzov, Nikolaj; Lödding, Hermann: Die Produktivitätswirkung von Augmented Reality in der Unikatfertigung. In: Christopher Schlick (Hg.): Megatrend Digitalisierung - Potenziale der Arbeits- und Betriebsorganisation. Berlin (2016): GITO (Schriftenreihe der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Arbeits- und Betriebsorganisation (WGAB) e. V.), S. 141–162.
- [Frie19] Friedewald, A.; Rost, R.; Meluzov, N.; Schröder, H.; Lödding, H.: Weiterbildung mit digitalen Wartungsassistenzsystemen. in: Spath, D.; Spanner-Ulmer, B. (Hrsg.): Digitale Transformation - Gutes Arbeiten und Qualifizierung aktiv gestalten. Wissenschaftliche Gesellschaft für Arbeits- und Betriebsorganisation (WGAB) e.V. GITO-Verlag, Berlin 2019, S. 127-142
- [Hala18] Halata, Philipp Sebastian: Augmented-Reality-gestützte Informationsbereitstellung für die Unikatproduktion. TUHH Universitätsbibliothek. Hamburg 2018.
- [Jesk20] Jeske, Tim ; Lennings, Frank: Produktivitätsmanagement 4.0: Praxiserprobte Vorgehensweisen zur Nutzung der Digitalisierung in der Industrie. Wiesbaden: Springer Berlin Heidelberg, 2020.
- [Klap19] Klapper, Jessica; Gelec, Erdem; Pokorni, Bastian; Hämmerle, Moritz; Rothenberger, Roberto: Potentiale digitaler Assistenzsysteme - Aktueller und zukünftiger Einsatz digitaler Assistenzsysteme in produzierenden Unternehmen. Fraunhofer-Institut fürn Arbeitswissenscahften und Organisation (IAO). Stuttgart 2019.
- [Loed21] Lödding, Hermann; Friedewald, Axel; Meluzov, Nikolaj; Rost, Robert: Abschlussbericht: Wartung und Service von Schiffen mit erweiterter Realität (WASSER) - Teilvorhaben Grundlagen. Berlin 2021.
- [Mast20] Mast, Claudia: Unternehmenskommunikation: Ein Leitfaden. Paderborn, München: UTB, 2020.
- [Melu19] Meluzov, N.; Friedewald, A.; Mundt, C.; Lödding, H.: Produktivitätssteigerung in der Instandhaltung durch digitale Assistenzsysteme. In: Biedermann, H. (Ed.): Digitalisierte In-standhaltung. Stand und Perspektiven. 33. Instandhaltungsforum (Ed.. ÖVIA) Proceedimngs, TÜV-Verlag, Köln 2019, pp. 181-197