FACHBEITRAG

Qualifizierung in der Prozessindustrie

Wenn die Anlage digital ist, die Qualifizierung aber nicht

Wie konkrete Anlagenmodelle für Training genutzt werden können

Digitale Anlagenmodelle sind in der Prozessindustrie längst etabliert. Die Befähigung der Menschen, die sie bedienen und warten, folgt dagegen oft noch klassischen Mustern. Sicherheitsrelevante Abläufe lassen sich an der realen Anlage kaum gefahrlos üben, und verteilte Standorte erschweren eine einheitliche Schulung. Am Beispiel dreier als virtuelle 1:1-Trainingsumgebungen nachgebildeter Gasanlagen zeigt dieser Beitrag, wie konkrete Anlagenmodelle für Training und Qualifizierung genutzt werden können und welche Rolle KI-gestützte Begleitung dabei künftig spielt.

Die Digitalisierung der Prozessindustrie ist weit fortgeschritten, doch sie richtet den Blick vor allem auf Anlage und Daten. Die Kompetenz der Menschen, die diese Anlagen bedienen und warten, bleibt dabei strukturell unterbelichtet, obwohl im Ernstfall genau sie über Sicherheit und Verfügbarkeit entscheidet. Eine Unterschrift auf einer Teilnehmerliste dokumentiert Anwesenheit, nicht Fähigkeit.

In der Praxis zeigt sich das an drei wiederkehrenden Problemen. Erstens sitzt das zu schulende Personal häufig in verschiedenen Städten und Regionen, was eine gemeinsame, einheitliche Ausbildung erschwert. Zweitens lässt sich an der realen Anlage kaum realistisch üben: Fehlerbilder oder Störungen lassen sich dort nicht gezielt herbeiführen, ohne den Betrieb zu gefährden, sodass die Übung theoretisch bleibt. Drittens weicht die Übungsanlage im Schulungszentrum oft von der Realität ab. Sie bildet zwar die typischen Elemente einer Gasanlage ab, entspricht aber nicht der konkreten Anlage, die das Personal später prüfen und verantworten muss. Damit entsteht eine Lücke zwischen dem, was vermittelt wird, und dem, was im Feld tatsächlich gebraucht wird. Genau hier setzt der virtuelle Anlagenzwilling an.

Das virtuelle Anlagenmodell: was virtualisiert wird und wofür

Für einen italienischen Multi-Utility-Konzern hat Circle4XR drei Gasanlagen als virtuelle 1:1-Anlagenmodelle nachgebildet. Es handelt sich um Anlagen der Gasverteilung, an denen Gas aus einer höheren Druckstufe übernommen und für das nachgelagerte Verteilnetz auf einen niedrigeren Druck geregelt wird. Trainiert wird an diesen Anlagen nicht der Regelbetrieb, sondern die Wartung und die Inspektion anhand vorgeschriebener Checklisten.

Grundlage der Virtualisierung waren die BIM-Daten, über die der Kunde für die Gebäude und die meisten Anlagenteile verfügte. Einzelne Strecken und Komponenten, die darin nicht ausreichend erfasst waren, wurden vor Ort per Scanner aufgenommen und anschließend virtualisiert; kleinere Elemente wurden eigens modelliert. So entstand keine generische Kulisse, sondern ein maßstabsgetreues Abbild der realen Anlage, an dem sich der spätere Prüfablauf eins zu eins nachvollziehen lässt.



Abbildung 1: Das virtuelle 1:1-Anlagenmodell bildet eine konkrete reale Anlage maßstabsgetreu für die Trainingsumgebung nach. Quelle: Circle4XR

Geübt wird der vollständige Inspektionsablauf. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer stellen sicher, dass die Anlage technisch und optisch in Ordnung ist. Dazu gehört der technische Zustand ebenso wie der optische, etwa Verschmutzung und Verschleiß im Inneren oder Bewuchs und Verwahrlosung der Außenanlagen. Im Zentrum steht die Sicherheit. Dazu gehören unter anderem Kontrollen auf mögliche Leckagen sowie definierte Prüfungen im Bereich der Odorierung. An definierten Stellen führt der Teilnehmer mit virtuellen Hilfsmitteln Messungen durch, etwa mit einem Gasmessgerät, und weist Leckagen nach. Bewusst verzichtet die Lösung in diesem Schritt auf physische Interaktionen wie das Bedienen von Ventilen; das war für den Anwendungsfall nicht erforderlich. Im Mittelpunkt steht die korrekte, vollständige Durchführung des Prüfablaufs, nicht die Handhabung einzelner Bauteile.

Wiederholbarkeit, Fehlerszenarien und Nachweis

Der eigentliche Wert liegt nicht im dreidimensionalen Modell, sondern in der beliebig wiederholbaren Übung, die die reale Anlage weder belastet noch den Betrieb unterbricht. Entscheidend ist dabei, dass sich die Fehlerszenarien mit jedem Zutritt ändern und zufällig zusammengestellt werden. Die Teilnehmenden können sich also nicht auf eine eingeübte Reihenfolge verlassen, sondern müssen jede Situation neu bewerten, so wie im realen Einsatz.

Durch die Anlage führt die betriebseigene Checkliste, die in sieben Sektoren gegliedert ist. Wie im Alltag füllt der Teilnehmer das Formular aus, indem er ankreuzt oder Text einträgt. Die Ergebnisse werden festgehalten und auf einer eigens für den Kunden erstellten Microsite bereitgestellt. Dort sehen Trainer und Teilnehmer, wer wann in der virtuellen Anlage war, wie er abgeschnitten hat und was die jeweils richtige Antwort gewesen wäre. Der Kunde hat sich bewusst für diese Sichtweise entschieden; ebenso ließe sich eine Auswertung einrichten, in der weitere Beteiligte Einblick erhalten.

Der Ablauf ist didaktisch gestaffelt. Beim ersten Mal betreten Trainer und Teilnehmende die virtuelle Anlage gemeinsam. Der gesamte Prüfablauf wird erklärt und gezeigt, wie er ordnungsgemäß auszuführen ist. Anschließend können die Teilnehmenden die Anlage allein besuchen, den Check selbstständig durchlaufen und die Übung so oft wiederholen, wie sie möchten. Alles wird dokumentiert; im Nachgang bespricht der Trainer das Ergebnis mit den Teilnehmenden. So verschiebt sich der Nachweis von der reinen Teilnahme hin zur nachvollziehbaren Ausführung: Sichtbar wird, an welcher Stelle jemand zögert, einen Schritt übersieht oder erneut üben sollte.

Skalierung und Übertragbarkeit

Der Ansatz trägt über Standorte und Sprachen hinweg. Am Gasanlagen-Fall nahmen bislang 15 Mitarbeitende aus verschiedenen Regionen Italiens an einem gemeinsamen, zeitgleichen Trainingsdurchgang teil, ohne dafür an einen Ort reisen zu müssen. Vergleichbare Programme hat Circle4XR auch in anderen Branchen umgesetzt: Für einen international tätigen Energiekonzern wurden fünf Forschungslabore vollständig virtualisiert; im Automotive-Service dient ein Zwilling der Schulung von Batteriewechsel und -reparatur; und in einem weiteren Programm wurden zwölf Führungskräfte aus sieben Ländern über fünf Wochen hinweg qualifiziert, ebenfalls ohne Reise.

Diesen Programmen ist gemeinsam, dass reale Trainer die Gruppen durch die virtuelle Anlage begleiten. Die Technologie ersetzt das Trainingspersonal nicht, sie gibt ihm vielmehr eine Umgebung, in der sich Abläufe realistisch, wiederholbar und ortsunabhängig vermitteln lassen.

Vom Trainer zum KI-Avatar: der nächste Schritt

Der folgende Entwicklungsschritt, den Circle4XR derzeit gemeinsam mit dem Kunden umsetzt, verlagert die Rolle des Trainers in einen KI-gestützten Avatar. Dieser übernimmt die Erklärung des Ablaufs, zeigt, wie der Prozess idealerweise abläuft, und beantwortet Fragen aus dem fachlichen Umfeld. Für die Teilnehmenden bedeutet das dieselbe Anleitung, unabhängig von Uhrzeit, Standort und der Verfügbarkeit eines bestimmten Trainers.

Der Nutzen ist für den Anwender vor allem ein praktischer. Gerade dort, wo erfahrene Trainer aus dem Feld knapp sind, muss dieses Personal nicht länger für Schulungen abgestellt werden, sondern kann dort eingesetzt werden, wo es gebraucht wird. Zugleich sichert der Avatar Konsistenz: Es wird immer dasselbe und auf dieselbe Weise vermittelt. Ehrlich bleibt festzuhalten, wo die Grenze verläuft. Der KI-Avatar steht für die klar definierten, wiederholbaren Prüfabläufe; für den Gasanlagen-Fall ist er noch nicht im Einsatz, sondern befindet sich gemeinsam mit dem Kunden in der Umsetzung. Die

fachliche Einordnung, die Kontextualisierung und die Verantwortung für sicherheitskritische Entscheidungen bleiben beim Menschen.

Befähigung als nächste Dimension der Digitalisierung

Für die Prozessindustrie ist die Qualifizierung die logische nächste Dimension der Digitalisierung, weniger ein Technikthema als eine Frage von Sicherheit, Verfügbarkeit und Wissenssicherung. In Zeiten des Fachkräftemangels ist das ein handfester Vorteil: Knappes, erfahrenes Personal wird nicht für Schulungen gebunden, und das einmal definierte Wissen wird konsistent und wiederholbar vermittelt.

Der Ansatz lohnt sich dort am deutlichsten, wo Abläufe sicherheitskritisch sind, wo Personal über mehrere Standorte verteilt ist, wo Prozeduren selten oder gefährlich sind und wo die Fluktuation hoch ist. Er ersetzt weder die reale Anlage noch den erfahrenen Profi. Er kann aber dafür sorgen, dass mehr Menschen häufiger und anlagenspezifisch üben können, ohne die reale Anlage für Trainingszwecke zu beanspruchen. Zugleich wird nachvollziehbar, wie definierte Abläufe im Training ausgeführt wurden und an welchen Stellen weiterer Übungsbedarf besteht.

WIE ENTSTEHT EIN VIRTUELLES 1:1-ANLAGENMODELL?

Das virtuelle 1:1-Anlagenmodell bildet eine konkrete reale Anlage maßstabsgetreu für die Trainingsumgebung nach. Grundlage sind vorhandene Planungsdaten wie BIM, ergänzt um Scans einzelner Strecken und eigens modellierte Komponenten. Dadurch lassen sich definierte Prüf- und Wartungsabläufe anlagenspezifisch nachvollziehen und wiederholt trainieren.

ZUM AUTOR

Michele C. Fuhs ist Gründer und Geschäftsführer der Circle4XR GmbH mit Sitz in Bad Aibling. Nach fast zwei Jahrzehnten in der BMW Group widmet er sich heute der immersiven Qualifizierung in technisch anspruchsvollen Umgebungen.

Autorenfassung. Der Beitrag erschien in der Ausgabe 10/2026 von gwf Gas + Energie sowie im atp magazin. Text und Abbildung: Circle4XR GmbH. Weitere Informationen: circle4xr.com