

# Virtuelle Realität am laufenden Band

**In der Unterhaltungswelt** ist der Hype um Augmented und Virtual Reality deutlich zurückgegangen – in der Arbeitswelt beginnen sie jedoch gerade erst ihr Potenzial zu entfalten. **AR und VR sollen den Umgang mit immer komplexerer Produktionstechnik einfacher machen.**

VON PETER GABRIEL UND MARCEL KAPPEL

Stellen Sie sich vor, die Maschinenführerin setzt ihre halbtransparente Datenbrille auf, geht durch die Produktionshalle und kontrolliert die Spritzgussmaschinen. Ihr Brillendisplay zeigt ihr die Betriebsparameter – bei der letzten Maschine ist anscheinend die Rückstromsperre verschlissen. Damit sich in den Oberflächen der Werkstücke keine Löcher bilden, muss sie die Sperre austauschen. Es ist ihr erster Austausch bei diesem Maschinentyp und sie schaut sich zunächst in der Brille eine Explosionszeichnung der Dosierschnecke an, zu der die Sperre gehört. Die Brille leitet sie dann Schritt für Schritt durch die Wartung. Am nächsten Tag setzt sie sich mit einer VR-Brille an eine virtuelle Simulation der Maschine, um die Optimierung der Prozessparameter zu üben. Dafür winkt am Ende ein Zertifikat der örtlichen IHK. Noch ist das eine Vision, aber die Wirklichkeit rückt näher.

Die Konzepte Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) gibt es schon seit den 1950er Jahren – einen regelrechten Hype löste aber erst 2012 die VR-Brille Oculus Rift des gleichnamigen US-Start-ups aus, das heute zu Facebook gehört. Diese Brille war erschwinglich und ermöglichte dennoch das Eintauchen in hochwertige virtuelle Welten. Mittlerweile gibt es VR-Brillen von vielen verschiedenen Herstellern. Augmented-Reality-Brillen sind technisch aufwendiger und deshalb vielfach noch im Experimentierstadium. Aber mit Geräten wie der Hololens 2 von Microsoft lassen sich bereits heute Testszenarien in Fabriken erproben – und der Ansatz ist auch nicht mehr auf diese eine Art von Geräten beschränkt. So bieten die meisten Autohersteller, von VW bis BMW, für ihre Fahrzeuge sogenannte Head-up-Displays an, die Fahrinformationen wie Tempo und Drehzahl oder Navigationshinweise in das Sichtfeld des Fahrers einblenden.

Um VR- und AR-Anwendungen in der Welt der Videospiele ist es inzwischen wieder ruhiger geworden. Aber in der Arbeitswelt – vor allem im produzierenden Gewerbe – erobert die virtuelle die reale Welt. In der Fabrik geht es nicht um ein Nice-to-have, sondern um ein Hilfsmittel, das sich nahtlos in

durchrationalisierte und eng getaktete Arbeitsprozesse einfügt. Aber wie weit sind VR und AR tatsächlich in die Fabrikhallen vorgedrungen und wo liegen die Herausforderungen? Gleich vorweg: VR-Systeme von der Stange für den Arbeitsplatz in der Fabrik gibt es noch nicht, auch wenn einige Start-ups schon ziemlich nah dran sind.

Für die Planung von Produktionsanlagen sind VR-Anwendungen schon heute eine realistische Option. Günstige VR-Brillen und leistungsfähige Rechner ebnen den Weg in die Produktionsplanung. So hat der Anlagenbauer Amproma aus Herrsching gemeinsam mit dem Start-up vr-on aus München in die Produktionshalle eines mittelständischen Industrieunternehmens nachträglich eine Fettpresse hineingeplant. Das Ziel war dabei, die internen Arbeitsabläufe zu optimieren – ohne Arbeits-, Umwelt- oder Brandschutz sowie Transport und Fluchtwege außer Acht zu lassen.

Der traditionelle Weg dahin sind grafische Ansichten oder Schnitte der Produktionsanlage, die in mehr oder weniger aussagekräftigen 2- oder 3D-Darstellungen versuchen, dem Kunden zu zeigen, wie seine Produktionsanlage aufgebaut sein könnte. Erfahrungsgemäß ist es jedoch schwierig, sich hier von einer realistischen Vorstellung der zukünftigen Anlage zu machen.

Die Anlagenplaner haben die verschiedenen Varianten als VR-Anwendung programmiert und konnten gemeinsam mit dem Kunden in der virtuellen Fabrikhalle umhergehen: Sie konnten Türen öffnen, Maschinen verschieben, Simulationen starten und verschiedene Aussichtspunkte besuchen. Die Nutzer sahen sich dabei in der Virtual Reality gegenseitig als Avatare, wussten also voneinander, wo sich jeder in der VR befindet.

Steht die virtuell geplante Produktionsanlage, können die digitalen Technologien ihre Vorteile beim Schulen der Produktionsfachkräfte ausspielen und sind dabei schon ziemlich nah an der Praxis. Die aktuell eingesetzten Schulungsszenarien haben diverse Nachteile: So steht die reale Produktionsanlage

beispielsweise nicht immer für Schulungszwecke zur Verfügung. Zudem können Gefahrensituationen an der echten Anlage nicht trainiert und reproduziert werden – das ist schlicht zu gefährlich. Hier hakt das BMBF-Vorhaben MRiLS (Mixed Reality in the Loop Simulation) ein: Die ISG Industrielle Steuerungstechnik und das Ingenieurbüro Roth erforschen gemeinsam mit den Universitäten Bamberg und Stuttgart sowie der Hochschule Esslingen neuartige hybride Interaktionskonzepte. Die Mixed Reality erweitert dabei die reale Welt um virtuelle Komponenten und koppelt reale und virtuelle Komponenten in einer gemeinsamen Umgebung. So können die Lernenden zum Beispiel über ein reales Bedienpanel den digitalen Zwilling einer Produktionsanlage verändern, um beispielsweise eine Maschinenachse zu verfahren. Das wird für jeden Nutzer individuell dreidimensional visualisiert und in dieser gemischten Realität gibt es sofort eine Rückmeldung auf die Interaktion. „Die MRiLS ermöglicht damit die flexible, digitale und immersive Schulung von Fachpersonal in Maschinenfunktionen“, sagt Armin Roth, Geschäftsführender Gesellschafter der Roth Steuerungstechnik.

Für Sascha Röck, Leiter des Virtual Automation Lab an der Hochschule Esslingen ist das der richtige Weg: „Die Schulung

technischer Fachkräfte ist eine immer wichtiger werdende Aufgabe. Dieses Projekt hat das Potential, Schulungskonzepte nachhaltig weiterzuentwickeln und bietet die Möglichkeit, Gefahrensituationen virtuell und dadurch ohne Risiko zu trainieren.“

Diese individuellen Simulationsmodelle samt Schulungsunterlagen und -szenarien sollen künftig automatisch aus den bereits vorhandenen Digitalen Zwillingen erstellt werden, mit denen die Anlagen entwickelt werden. Hierdurch können die Schulungen orts- und zeitunabhängig durchgeführt werden – auch schon bevor die Anlage überhaupt vor Ort installiert ist.

Aber auch wenn Menschen mit den Anlagen, die sie betreuen, sehr vertraut sind – hochkomplexe Produktionsabläufe sind wie kleine Kinder: Sie benötigen ständig Aufmerksamkeit und ein waches Auge. Aber nicht immer ist eine qualifizierte Person vor Ort, um eine Anlage zu steuern oder zu warten. Sei es, weil die einzelnen Produktionsstellen räumlich weit voneinander entfernt sind oder einfach nur, weil es nicht genug Wartungspersonal für alle Teile der Produktion vor Ort gibt.

Hier setzen das Awesome Technologies Innovationslabor gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut für Silicatforschung ISC und dem Lehrstuhl für Robotik und Telematik an der

Durch Augmented Reality unterstützt, übt die Technikerin komplizierte Montageschritte an einem Fahrzeugmotor.





Universität Würzburg an. Sie entwickeln derzeit in dem vom BMBF geförderten Projekt „Tastsinn VR“ eine Technik, die eine VR-Brille mit einem intelligenten Handschuh mit Kraftrückkopplung und Hand-Finger-Tracking koppelt. Der Handschuh soll das Steuern von schweren Maschinen oder Robotern durch intuitive Bedienung möglich machen. Dazu erfassen 3D-Laserscanner die Fabrikationsanlage in der die Maschine steht und errechnen eine Echtzeit-Darstellung der Umgebung. Wer die VR-Brille trägt, steht virtuell an der Anlage und hat über die Krafrückkopplungsmechanismen das Gefühl, mit dem Handschuh die Stellknöpfe der Maschine anzufassen.

„Ein Vorteil der Fernanwendung mit unserem Handschuh in VR ist es, dass komplexe Sensorinformationen in eine leicht interpretierbare Form umgewandelt werden“, sagt Michael Bleier, Projektleiter beim Awesome Technologies Innovationslabor. „Durch diese Umwandlung kann der Anwender in eine visuelle Interaktion mithilfe des Handschuhs treten und die traditionelle Bedienung mit Tastatureingaben oder Joysticks kann abgelöst werden.“

Der Handschuh selbst ist sehr dünn, hautsympathisch, waschbar und extra für stundenlanges Tragen ausgelegt. Die Kopplung ermöglichen dünne und weiche dielektrische Elastomer-Sensoren auf Siliconbasis. Sie können den Druck an Fingern und Handfläche messen, aber auch die Haltung der einzelnen Fingerglieder. „Die Laborversuche mit der neu entwickelten Handschuhsensorik verliefen positiv, somit stimmt uns der derzeitige Projektstatus zuversichtlich. Demnächst wird mit den Anwendertests begonnen“, so Bleier.

Nicht alle Arbeiten in der Produktion übernehmen Maschinen. Wichtige manuelle Tätigkeiten sind und bleiben die Kommissionierung und die Montage.

In der virtuellen Fabrikhalle können sich die Besucher frei bewegen, Türen öffnen, Dinge verschieben. Zudem sehen sie anhand von Avataren, wer noch gerade an der gleichen Stelle der Halle ist und können sich direkt austauschen.

Während es für das Zusammenstellen von Artikeln aus einem Lager schon länger verschiedene einfache AR-Anwendungen gibt, ist die Unterstützung beim Zusammenbau von Teilen – der Montage – immer noch eine große Herausforderung. Ein Assistenzsystem beschleunigt vor allem dann den Produktionsprozess, wenn nicht immer dasselbe Werkstück, sondern viele Varianten zusammengesetzt werden und im Prinzip jede Montage anders ist. Vor dieser Aufgabe stehen etwa Lohnfertiger, die im Auftrag von Industriekunden Baugruppen montieren oder Reparat

raturwerkstätten, die gebrauchte Maschinenteile für die Wiederverwendung aufbereiten.

**Die größte technische Herausforderung für AR** als Montagehelfer ist die sichere Erkennung der Montageteile. Wie gut das funktionieren kann, zeigte der Pilotversuch mit den baden-württembergischen Gemeinnützigen Werkstätten und Wohnstätten GmbH (GWW), die unter anderem Werkstätten für Menschen mit Behinderungen betreibt. Dort testen Forscher, die sich im Verbundprojekt motionEAP des Bundesministeriums für Wirtschaft zusammengeschlossen haben, ein Assistenzsystem, das dem Arbeiter über Lichtprojektionen Schritt für Schritt das nächste Werkstück markiert oder den Platz anzeigt, wo es verbaut werden soll. Eine Kamera verfolgt die Montage, das Assistenzsystem erkennt Fehler, macht den Monteur darauf aufmerksam und zeigt das richtige Stück oder den richtigen Platz an.

Die GWW produziert eigene Produkte, übernimmt aber auch für gewerbliche Kunden Montage- und Kommissionierungstätigkeiten. Das Assistenzsystem wurde in mehreren Feldtests bei der Montage von Blechscheren und Schraubzwingen

Der Tastsinn-VR-Handschuhprototyp hat Drucksensoren an den Fingern und in der Handfläche.

An der Oberseite der Finger sind Dehnungssensoren angebracht, die die Haltung der einzelnen Finger registrieren.



Der Spezialhandschuh soll die Fernbedienung von Maschinen sichtbar- und fühlbar machen, indem er seinem Träger durch Krafrückkopplung das Gefühl gibt, tatsächlich einen Knopf zu drücken, den die VR-Brille ihm in der virtuellen Umgebung präsentiert.



eingesetzt: Die Fehlerquote sank und nebenbei konnten sich Menschen mit niedrigem Leistungsvermögen Montagearbeiten erschließen, zu denen sie vorher nicht in der Lage waren. Das macht zufrieden.

Die Tests in motionEAP, die nicht nur bei der GWW, sondern auch bei anderen Industriebetrieben durchgeführt wurden, zeigten gleichzeitig, wie wichtig es ist, dass die Assistenzsysteme dem Montagearbeiter Freiheiten bei der Ausführung, der Reihenfolge und dem Tempo lassen. Das System soll die Menschen unterstützen, darf sie aber nicht gängeln und antreiben. Sonst steigt der Stress und die Arbeitszufriedenheit sinkt wieder.

**Mittlerweile ist die GWW** mit ihrem Tochterunternehmen FEMOS gGmbH, einem Inklusionsunternehmen, in dem Menschen mit und ohne Behinderung zusammenarbeiten, den nächsten Schritt gegangen. Im Nachfolgeprojekt incluMOVE wurde auf Basis von motionEAP ein digitaler Lern- und Arbeitsplatz für die Elektronikfertigung umgesetzt. Mit diesem System können heute Menschen mit Behinderung einen von der IHK anerkannten Qualifizierungsbaustein zum Elektroniker für Geräte und System erwerben.

Bei allen Erfolgen bleibt allerdings ein Problem solcher Systeme bestehen: Ungünstige Lichtverhältnisse, Verdeckung durch Körper des Monteurs und kleine Teile gehen zu Lasten der Erkennungsraten. Hier müssen es die Montageteile, die Montagearbeiten und der Arbeitsplatz auch technisch erlauben, dass der Arbeitsprozess erfasst und begleitet werden kann.

Je weiter VR und AR in die Industrie vordringen, desto dringender werden einige Fragen: Wie lassen sich etwa Bedienkonzepte für Sprache und Gesten vereinheitlichen, um den Wechsel zwischen verschiedenen Systemen zu erleichtern und Fehlbedienungen zu vermeiden? Die Design Patterns des 3D-Guide des baden-württembergischen Virtual Dimension Center (VDC), dem größten Kompetenzzentrum für VR und Virtual Engineering in Deutschland, sind ein erster Schritt in diese Richtung.

Müssen für den Arbeitsschutz und die funktionale Sicherheit weitergehende Standards und Normen entwickelt werden? Derzeit gibt es noch keine Regeln für die Vermeidung von ko-

gnitiver Überlastung, Müdigkeit oder der aus VR-Spielen bekannten Übelkeit (motion sickness). Wie können Regeln für den Umgang mit Ausnahme- und Notsituationen aussehen? Für den in der sogenannten Maschinenrichtlinie genormten roten Not-Halt-Schalter ist etwa bei der Fernbedienung von Maschinen ein digitales Gegenstück notwendig.

**Für die Akzeptanz der Systeme in den Betrieben** ist es gerade im Privacy-bewussten Europa außerdem unerlässlich, dass die Vorgaben des Arbeitnehmerdatenschutzes eingehalten werden, denn die VR- und AR-Systeme interagieren intensiv mit dem Nutzer und erfassen dabei auch sensible Daten: Wie hoch ist die Fehlerquote, wie zügig oder langsam handelt der Nutzer, wie viele Pausen macht er? Hier fehlt es noch an praktikablen Handlungsrichtlinien zum Umgang mit personenbeziehenden Daten.

Und zu guter Letzt: Mit der Virtual Reality in der Fabrikhalle ändert sich auch die Vermittlung von Fachwissen. Der Arbeitsplatz in der Fabrikhalle wird mit der Virtual Reality auch zum Lernort, an dem die Werker kontinuierlich und unmittelbar in ihren Arbeitsalltag integriert neue Fähigkeiten und neues Wissen erwerben. Das verdrängt nicht die traditionelle Berufsausbildung, Weiterbildung und Schulung, sondern ergänzt sie um ein flexibles und selbstbestimmtes informelles Lernen außerhalb von Technikerschule und Seminarraum.



**PETER GABRIEL** ist Seniorberater bei der VDI/VDE-IT und leitet die Begleitforschung zum Technologieprogramm Smarte Datenwirtschaft des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).

Foto: Peter Gabriel



**DR. MARCEL KAPPEL** ist wissenschaftlicher Berater bei der VDI/VDE-IT und arbeitet in den Themenfeldern interaktive Technologien und digitale datenbasierte Anwendungen.

Foto: Marcel Kappel