# Robotergestützte Fertigungsanlagen optimieren

Um Fertigungsprozesse möglichst präzise und in einer hohen Taktzeit zu erledigen, kommen in Produktionsanlagen immer mehr Industrieroboter zum Einsatz. Mit ihrer Anzahl wächst auch die zu verarbeitende Datenmenge, wobei viele bereitgestellte Informationen gar nicht verwendet werden. Zudem herrscht ein Fachkräftemangel für den Umgang mit Industrierobotern, sodass Personal effizient eingesetzt werden muss.

Kürzere Taktzeiten, eine erhöhte Produktionsmenge bei gleichbleibend hoher Qualität und eine kostenminimierte Produktion sind nur einige Anforderungen an die moderne Industrie. Deshalb werden zum Beispiel in der Automobilindustrie und vor allem im Karosseriebau standardisierte Prozesse wie Schweißen, Kleben, Clinchen und Lasern nahezu ausschließlich von Industrierobotern (IR) durchgeführt. Mit einer stetig steigenden Anzahl an IR in der Produktion steigen auch der Aufwand der Inbetriebnahme, die Komplexität der Anlage und die zu verarbeitende Datenmenge. Folglich werden automatisierte und robotergestütze Produktionsanlagen dieser Größenordnung in den seltensten Fällen durch den Hersteller selbst installiert und in Betrieb genommen. Diese Aufgabe wird an Systemintegratoren vergeben, die in den einzelnen Fachbereichen der Mechanik und Elektrik über Expertise verfügen.

## Erstellung eines digitalen Zwillings

Damit die zeitkritische Inbetriebnahme von den Systemintegratoren möglichst reibungslos durchgeführt werden kann, wird vorab von der Anlage ein digitaler Zwilling erstellt. Anhand dieser virtuellen Umgebung werden die IR offline programmiert und virtuell in Betrieb genommen. Beim anschließenden Übertragen der Programme auf die realen IR kommt es in den

**Bild 1** > Grafische Oberfläche der Prozessvisualisierung (© Dressler Automation)

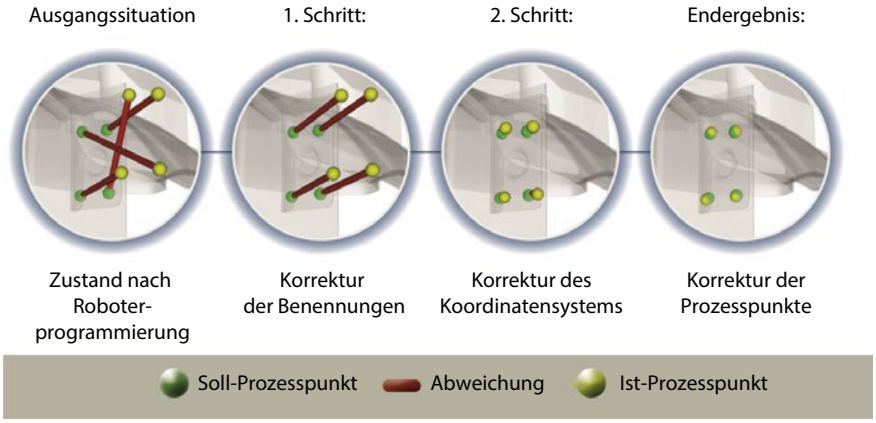


**Bild 2** > Manuelle Korrektur von Prozesspunkten anhand eines Praxisbeispiels (© Dressler Automation)

meisten Fällen dazu, dass die Programme nicht direkt verwendet werden können. Die Ursache liegt dabei in der ungenauen Simulierung der realen Anlage bis hin zu vergessenen Baugeometrien wie Stahlträgern. Um die Offline-Programme dennoch verwenden zu können, ist das Nachteachen einzelner Prozesspunkte oder sogar das Anpassen kompletter Pfade notwendig. Hinzu kommt, dass durch die Vielzahl an Beteiligten sowohl die Systemintegratoren als auch der Hersteller schnell den Überblick über die Qualität und den Fortschritt der Roboterprogrammierung verlieren. Unentdeckte Fehler, die zu gravierenden Produktmängeln führen können, und ein iterativer Qualitätssicherungszyklus mit hohen Kosten für Material und Personal sind Folgen dieser Intransparenz.

Da Dressler Automation jahrelang als Systemintegrator im Bereich Elektrik tätig ist, kennt das Unternehmen diese Herausforderungen und hat mit Robolive eine Lösung entwickelt, die bei der Projektierung unterstützt und Arbeitsergebnisse automatisch dokumentiert. Dazu kamen Elemente, die ein Hersteller über den gesamten Produktionszyklus der Anlagen nutzen kann. Robolive bietet fünf Elemente zur Identifizierung, Behebung und Vermeidung von Schwachstellen vor und während der Produktion. Eingebunden in das lokale Netzwerk werden die relevanten vorhandenen Prozessdaten automatisch abgerufen, aufbereitet und miteinander vernetzt. Die visualisierten Ergebnisse sind jederzeit für alle Nutzer abrufbar.

## Prozessvisualisierung, Softwareübersicht und Nullpunktbestimmung

Das zentrale Robolive-Element zur Überwachung der Inbetriebnahme und der Fertigung sowie um aus dem iterativen Qualitätssicherungszyklus auszubrechen, ist die Prozessvisualisierung, deren grafische Oberfläche in *Bild 1* dargestellt ist. Anhand von CAD-Modellen des Produkts sowie grünen Soll-Prozesspunkten aus der Planung und den gelben tatsächlichen Punkten aus den IR ermöglicht die Prozessvisualisierung einen direkten Soll-Ist-Vergleich der Fertigungsdaten. Durch kontinuierliches Aktualisieren der Ist-Daten werden sämtliche Änderungen an der Anlage erfasst und über die Timeline am unteren Rand zugänglich und nachvollziehbar gemacht. Diverse Filtermöglichkeiten ermöglichen die präzise Analyse einzelner Prozesse und bestimmter Komponenten. Werden Abweichungen an den Daten oder Mängel am Produkt festgestellt, lassen sich diese auf einen Blick mit der Prozessvisualisierung identifizieren und über die detaillierte Prozessliste bis zum Programm des IR nachvollziehen. Damit wird sichergestellt, dass nicht nur ausgebildete Spezialisten, sondern jedes mit der Anlage vertraute Inbetriebnahme- und Wartungspersonal die erforderlichen Korrekturmaßnahmen sehen, verstehen und durchführen kann.

Zusätzlich bündelt die Softwareübersicht alle wichtigen Informationen wie den Profinet-Namen, die IP-Adresse sowie verwendete Werkzeuge aller IR im Netzwerk und stellt sie in einem Dokument zum Export bereit. Dieses kann für die Kontrolle der Busteilnehmer sowie zur Planung zukünftiger Analgen herangezogen werden.

*Bild 2* visualisiert beispielhaft die manuelle Korrektur von verschiedenen Fehlern nach der Programmierung eines Punktschweißroboters. In dem Praxisbeispiel lässt sich mit der Prozessvisualisierung sofort erkennen, dass in der Ausgangssituation zwei Prozesspunkte falsch benannt worden sind. Dies wird durch die sich überkreuzenden roten Linien deutlich. Zudem weist die gleichmäßige Verschiebung aller Punkte auf ein ungenau programmiertes Koordinatensystem (KS) hin.

Im ersten Schritt wird die Benennung korrigiert. Durch einfaches Anwählen der Prozesspunkte am CAD-Modell werden automatisch die zugehörigen Einträge aus der Prozessliste aufgerufen. Anhand dieser Liste kann auf einen Blick die Produktionslinie, der IR, das Programm und der Prozesspunkt identifiziert werden. Anschließend erfolgt die Änderung der Benennung der Prozesspunkte im Roboterprogramm.

Da der Roboter und das dazugehörige Programm bereits bekannt sind, lässt sich im zweiten Schritt das KS korrigieren. Dies führt dazu, dass final die real existierenden Abweichungen der Prozesspunkte angezeigt und behoben werden können.

Zur automatischen Anpassung dient der in Robolive integrierte Best-Fit-Algorithmus und das Element Nullpunktbestimmung, die die Korrekturen mit einem Klick durchführen und optimierte Roboterprogramme bereitstellen. Diese Programme können exportiert und anschließend in den IR hochgeladen werden, sodass manuelle Anpassungen vollständig entfallen.

## Pfadkalibrierung und Roboterdokumentation

Die Erstellung von digitalen Zwillingen gewinnt in vielen Bereichen der Industrie immer mehr an Bedeutung. Damit Systemintegratoren diese aufwendig angefertigten virtuellen Modelle auch für die reale Umgebung verwenden und die zeitkritische Inbetriebnahme ohne Komplikationen umsetzen können, ist in Robolive das Element Pfadkalibrierung integriert. Mit ihr lassen sich Roboterprogramme an alle Gegebenheiten anpassen. Der Ablauf zur Kalibrierung von Roboterprogrammen wird in *Bild 3* dargestellt.

In der Ausgangssituation ist zu erkennen, dass ein in Rot dargestelltes Offline-Programm nicht mit dem darunterliegenden gewünschten Pfad übereinstimmt. Um diese Abweichung zu beheben, werden im ersten Schritt vier Kalibierpunkte in der simulierten Umgebung erstellt.

Im zweiten Schritt werden die gleichen Punkte nun mit dem tatsächlichen Roboter angefahren und geteacht. Nachdem die Kalibierpunkte sowohl in der Simulation als auch in der Realität erstellt wurden, berechnet Robolive im dritten Schritt die neuen Koordinaten der Prozesspunkte. Dabei können je nach Anwendungsfall verschiedene Roboterprogramme und KS individuell manipuliert werden. In dem hier vorgestellten Beispiel wird nur ein Roboterprogramm und das zugehörige KS geändert. Andere Programme, die der Roboter ausführt, und zugehörige KS sind von dieser Anpas-

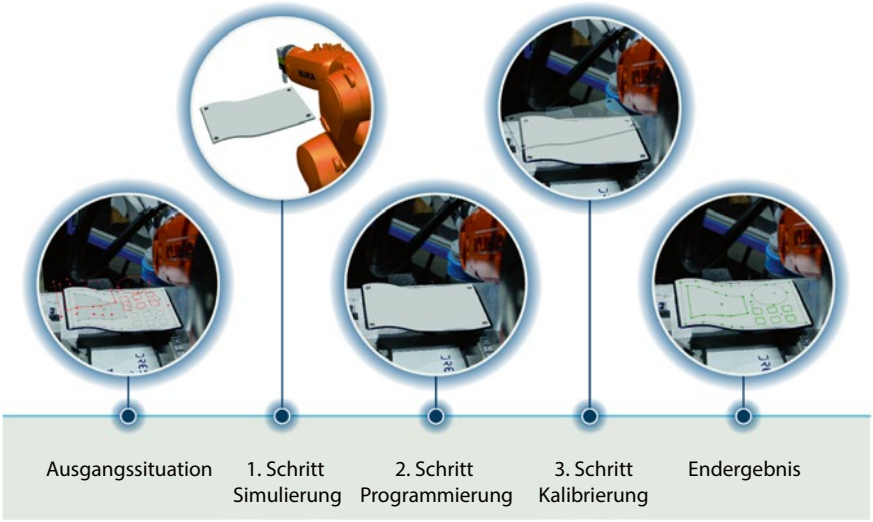


**Bild 3** > Anpassung eines Offline-Programms mittels Pfadkalibrierung an die reale Umgebung (© Dressler Automation)

sung nicht betroffen. Weitere mögliche Szenarien wie das Verändern der Anlage und das Übertragen von Programmen auf andere Roboterzellen können somit gezielt umgesetzt werden, ohne bestehende Gegebenheiten zu beeinflussen.

Abschließendes Hochladen des korrigierten Programms in den IR liefert das in *Bild 3* dargestellte Endergebnis. Der in Grün eingezeichnete Pfad stimmt jetzt mit den realen Bedingungen überein und der Roboter kann seine Aufgabe optimal erledigen. Dadurch bleibt auch nach Änderung der Roboterprogramme die Verbindung des digitalen Zwillings mit der echten Anlage erhalten und die vorhandenen virtuellen Daten können weiter für zukünftigen Anpassungen verwendet werden. Aufwendige Neuvermessungen können entfallen. Darüber hinaus werden Teile des Arbeitsumfangs von der Inbetriebnahme vor Ort in die Planung und die Offline-Programmierung im Büro verlagert.

Nach einer erfolgreichen Inbetriebnahme fordern viele Hersteller eine Roboterdokumentation von den Systemintegratoren, damit das Instandhaltungspersonal an der Anlage über den aktuellen Stand eines IR informiert ist. Aufgrund ihres Umfangs mit allen Parametrierungen und Roboterprogrammen ist die Erstellung der Dokumentation eine zeitintensive Aufgabe. Hinzu kommt, dass sie nach jeder Änderung angepasst und immer aktuell gehalten werden muss. Mit dem Element Roboterdokumentation ermöglicht Dressler Automation die automatische Erstellung dieses Dokuments. Manuelles Exportieren von Roboterprogrammen sowie das Zusammentragen von verschiedenen Systemparametern entfallen vollständig.

## Zusammenfassung

Mit Robolive hat Dressler Automation eine umfassende Lösung für die Analyse, Optimierung und Inbetriebnahme von robotergestützten Fertigungsanlagen entwickelt. Die Prozessvisualisierung ermöglicht die Überwachung der Projektierung und der Fertigung sowie das Ausbrechen aus dem iterativen Qualitätssicherungszyklus. Alle Beteiligten haben die gleiche Datengrundlage für ihre Analysen und können so gezielt Korrekturen einleiten und deren Umsetzung überwachen.

Der integrierte Best-Fit-Algorithmus und das Element Nullpunktbestimmung reduzieren den Aufwand bei Optimierungen und Änderungen der Anlagen erheblich. Mit der Softwareübersicht werden für die Planung relevante Daten gebündelt und in einem Dokument bereitgesellt. Die Pfadkalibrierung verlagert Teile des Arbeitsumfangs von der Anlage ins Büro, beschleunigt die Inbetriebnahme und ermöglicht die Verbindung des digitalen Zwillings mit der echten Anlage. All dies geschieht ohne aufwendige Nacharbeiten sowie Kosten und zeitintensive Anlagenvermessungen.

Die Roboterdokumentation ersetzt ungenutzte und veraltete Archive, die nur mit großem Aufwand zu pflegen und auf aktuellem Stand zu halten wären.

Neben den bereits bestehenden Elementen entwickelt Dressler Automation Robolive kontinuierlich weiter und passt es an die Herausforderungen der automatisierten Fertigung an. Hierzu gehören die Erweiterung der Kompatibilität mit weiteren Roboterherstellern und Kundenstandards, die Implementierung der Kinematik zur Steigerung der Präzision sowie der Einsatz der Prozessvisualisierung direkt an der Anlage mittels Augmented Reality. //

**Autoren | Kontakt**

**Dipl.-Ing. Ralph Dreßler**, MBA., geschäftsführender Gesellschafter, Dressler Automation

**Travis Stuart, B. Sc.**, Product Manager, Dressler Automation

Dressler Automation GmbH
Braunschweiger Straße 20
38170 Schöppenstedt
deu@dautomation.de
robolive.info

Springer Professional

Industrieroboter

Christopher Ranisch, Heiko Koch, Timm Streul: Datenbasierte, adaptive Regelung von Servomotoren für Industrieroboter. www.springerprofessional.de/link/20202468

Thomas Siebel: Rekordzahl an Industrieroboter, Corona-Auswirkungen noch unklar. www.springerprofessional.de/link/18441404