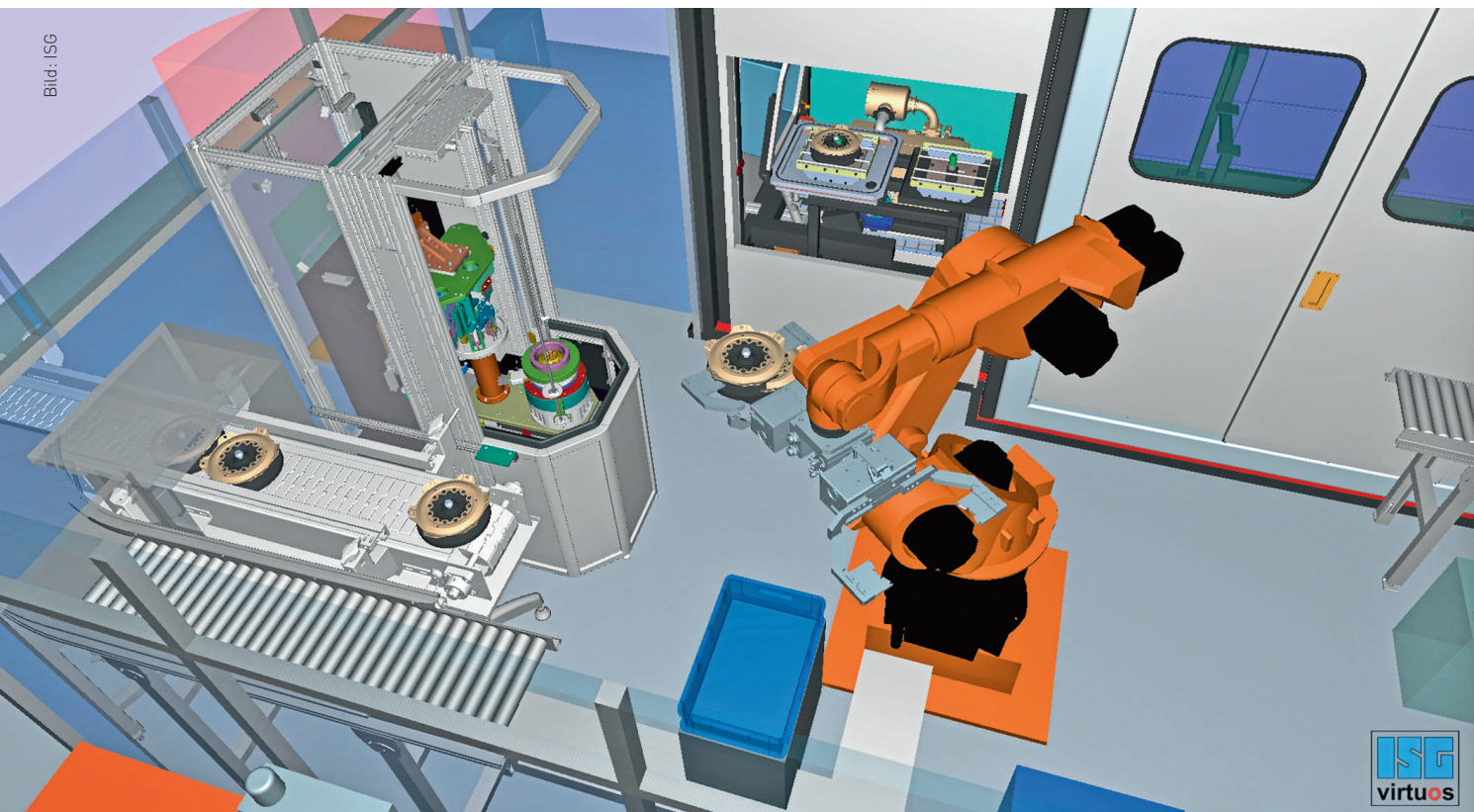




Die Einführung von Industrie 4.0 in den Unternehmen erfordert auch das Arbeiten mit digitalen Zwillingen.

STEUERUNGSSOFTWARE AUTOMATISIERT PRÜFEN

Digitale Zwillinge werden schon jetzt verwendet, um Steuerungen vorab zu testen. Doch erst **Testautomatisierungs-Werkzeuge** helfen, die auch bei digitalen Zwillingen notwendigen, heute noch ausschließlich manuell ausgeführten Prüfungen zu automatisieren. Außerdem wird damit die Qualität der Tests deutlich erhöht.

Karl Kübler und Gerhard Krebser

Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau sehen sich durch die Möglichkeiten, welche die Digitalisierung und Automatisierung im Sinne von Industrie 4.0 eröffnen, mit zahlreichen Herausforderungen konfrontiert. Die Anforderungen seitens der Kunden wachsen stetig: Immer kürzere Produktions- und Umrüstzeiten, permanenter Termindruck, wachsende Variantenvielfalt – es sind viele „Nüsse“, die sie zu knacken haben.

Um diese Herausforderungen zu meistern und die Vorteile vernetzter, digitalisierter Systeme konsequent zu nutzen, ist es für Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau von zentraler Bedeutung, die Testautomatisierung und Applikation Simulationstechnik bei der ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH in 70563 Stuttgart; weitere Informationen: Hanna Kuhn, Tel. (07 11) 2 29 92-30, hanna.kuhn@isg-stuttgart.de

auszuschöpfen, kommen zunehmend schon vor der Inbetriebnahme digitale Zwillinge zum Einsatz. Sie ermöglichen neben einer methodischen Testplanung und -durchführung auch die frühzeitige Behebung etwaiger Softwarefehler.

SOFTWAREANTEIL IN MASCHINEN UND ANLAGEN WÄCHST

Testautomatisierungs-Werkzeuge (TAW) helfen, die auch bei digitalen Zwillingen notwendigen, heute noch ausschließlich manuell ausgeführten Tests zu automatisieren, damit die Qualität der Tests deutlich zu erhöhen und gleichzeitig den damit verbundenen Aufwand zu reduzieren. So erreichen Maschinen- und Anlagenbauer weiterhin ihr wichtigstes Ziel: das profitable Wirtschaften trotz steigender Anforderungen.

Steuerungssoftware von Maschinen und Anlagen mittels Simulation bereits vor der Inbetriebnahme zu testen und Fehler zu korrigieren, wird zunehmend zu einem maßgeblichen Unterscheidungsmerkmal zwischen Konkurrenzunternehmen und -produkten. Nicht zuletzt aufgrund von Smartphones – immer offener gegenüber intuitiven Bedienkonzepten und anpassbaren Oberflächen in ihren Anlagen sind, wird die Systemarchitektur der Steuerungssoftware moderner Anlagen zunehmend komplexer und heterogener. Sie besteht häufig aus verschiedenen Kernbestandteilen: HMI (Human Machine Interface, Benutzerschnittstelle), SPS (speicherprogrammierbare Steuerung) und NC-Kern (numerischer Steuerungskern). Weil es zwischen den verschiedenen Kernbestandteilen sowie der Anlage und der Leitebene im Unternehmen unterschiedliche Schnittstellen gibt, steigt die Komplexität solcher Systeme weiter an.

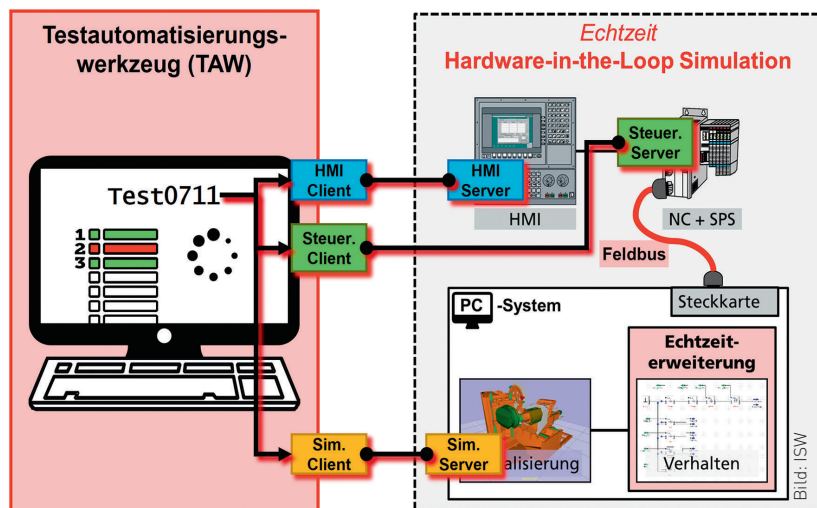
TEST UND INBETRIEBNAHME VON SOFTWARE

Um zu überprüfen, ob eine Steuerungssoftware tatsächlich im gewünschten Sinne funktioniert, sind Tests notwendig. Der wichtigste Teil der Testaktivitäten findet heute noch vielfach erst während der Integration und Inbetriebnahme statt. Es geht dabei darum, die Interaktion der Steuerungssoftware zu bewerten. Viele Unternehmen wünschen sich jedoch, früher mit der Testphase beginnen zu können. Um das zu ermöglichen, setzen immer mehr Firmen auf die virtuelle Inbetriebnahme (VIBN). Hierzu verbinden sie die reale Steuerungshardware und -software mit einem virtuellen Modell der Anlage. In Letzterem lässt sich das Verhalten der Anlage in Echtzeit simulieren, wodurch ein sogenannter Hardware-in-the-Loop-(HiL-)Aufbau entsteht.

Damit ist es möglich, das Gesamtsystem schon deutlich früher sowohl einem Gut- als auch einem Schlechtfalltest zu unterziehen. Unabdingbare Abnahmetests an der realen Anlage beim Hersteller (Factory Acceptance Test) beziehungsweise beim Kunden (Site Acceptance Test) lassen sich damit wesentlich schneller abschließen. Während die Gutfalltests darauf abzielen, die vom Kunden gewünschte Performance und Funktionalität zu überprüfen, werden bei den Schlechtfalltests Zuverlässigkeit und Robustheit der Software getestet, indem die Reaktion der Steuerungssoftware in expliziten Gefahren- und Störsituationen überprüft wird.

Testaktivitäten sind definitiv notwendig, jedoch stellen VIBN-Tests Unternehmen vor gewisse Herausforderungen. Prinzipiell folgen sie zumeist einem ähnlichen Schema: Ein Prüfer führt die Testschritte durch, während er anhand einer umfangreichen Checkliste sämtliche vorgegebenen Bedienhandlungen am HiL-Aufbau manuell durchführt. Er provoziert Störsituationen, indem er entsprechende Eingriffe am digitalen Zwilling vornimmt.

Das erlaubt es, die Wirkung der steuerungstechnischen Algorithmen zur Fehlererkennung und zu primären Fehlerreaktionen zu beurteilen. Doch bei der manuellen Ausführung dieser Tests können sich immer wieder Fehler einschleichen, etwa die falsche



Architektur der im Forschungsvorhaben umgesetzten Lösung, bestehend aus Testautomatisierungswerkzeug und Hardware-in-the-Loop-Aufbau.

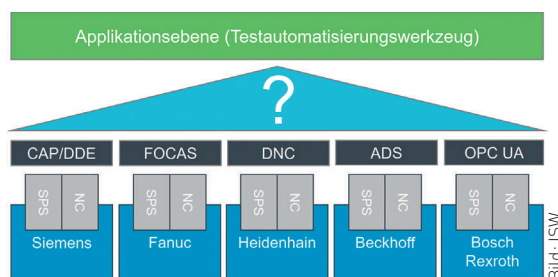
Interpretation eines Testschritts oder eine Unaufmerksamkeit des Prüfers, wenn es darum geht, die Zustände der Anlage zu beobachten. Außerdem müssen bei Änderungen an der Steuerungssoftware oder an Anlagenkomponenten häufig Bedienhandlungen komplett neu ausgeführt werden (Regressionstests) – was einen hohen Zeitaufwand verursacht. Darüber hinaus lässt es sich nicht vermeiden, dass aufgrund der Modularität und der Konfigurierbarkeit der Anlagen hohe Wiederholungsraten einzelner Tests entstehen. Nicht zuletzt ergibt sich eine weitere Komplikation: Unternehmen müssen baugleiche Anlagen mit

MM INFO

VIRTUELLE INBETRIEBNAHME TESTEN

Die Herausforderungen im Umfeld der virtuellen Inbetriebnahme waren Anlass für ein Forschungsvorhaben: Die Industrielle Steuerungstechnik GmbH (ISG) und das Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) der Universität Stuttgart haben gemeinsam eine softwarebasierte Lösung für das automatisierte und herstellerunabhängige Testen von Steuerungssoftware an digitalen Zwillingen erforscht. Aufbauend auf der Simulationslösung ISG-virtuos, die in der Lage ist, digitale Zwillinge zu simulieren, sowie auf Execco, einem Framework zur Testautomatisierung von der Exept AG, ist ISG-Dirigent entstanden (Bild).

ISG-Dirigent erfüllt alle notwendigen Anforderungen an ein TAW und bietet dem Anwender damit wesentliche Vorteile. Mithilfe der Software können bereits vor der Inbetriebnahme der Steuerungssoftware alle kritischen Fehler beseitigt werden. Am ISW wird weiterhin im Bereich der Automatisie-

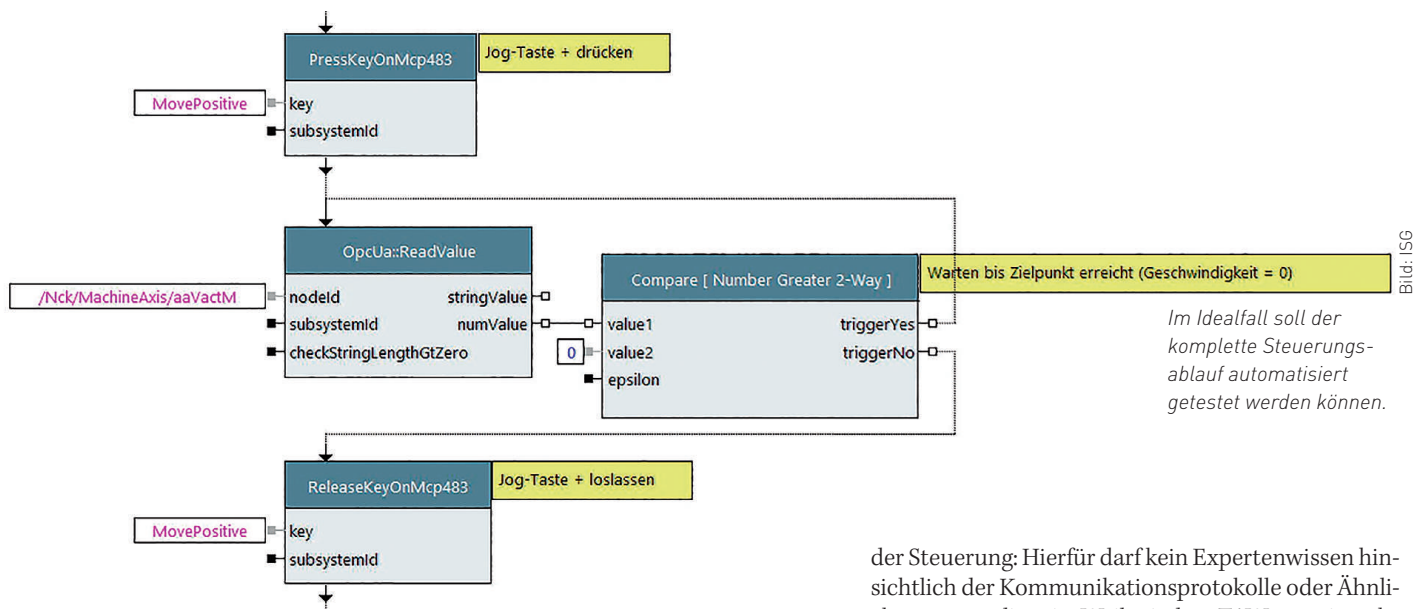


Diversität proprietärer Schnittstellen von CNC verschiedener Hersteller.

rung von Inbetriebnahmetests geforscht. Darunter fällt auch die intelligente und automatische Generierung von Testdaten für den Testablauf sowie die Erweiterung der Testausführung in den Echtzeitteil des HiL-Aufbaus. Im Rahmen der Arbeiten an ISG-Dirigent wird ISG weitere Bibliotheken für die Steuerungen der Unternehmen Fanuc, Heidenhain, Bosch Rexroth, Beckhoff und weitere ergänzen. Anlässlich der Messe SPS IPC Drives in Nürnberg zeigt ISG die aktuelle Version in Halle 6 am Stand 340.

maschinenmarkt.de
Suche „Virtuelle Inbetriebnahme“

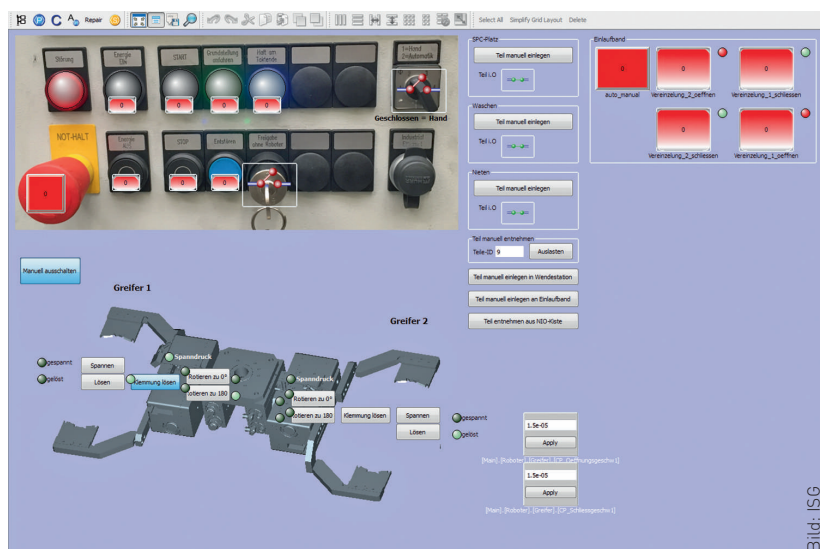
Bild: ISW



Steuerungen verschiedener Hersteller anbieten. Dementsprechend sind vorab jegliche Kombinationen aus Anlage und Steuerung zu testen. Kontinuierliche Updates seitens des Steuerungsherstellers sorgen ebenfalls dafür, dass regelmäßige Regressionstests der gesamten Steuerungssoftware notwendig sind.

Um diese Herausforderungen meistern zu können, braucht es ein geeignetes TAW. Bei der Auswahl einer entsprechenden Lösung sollten Unternehmen verschiedene Aspekte beachten. Zunächst sollte das TAW die Definition von wiederverwendbaren Testbausteinen unterstützen. Das ist erforderlich, um die erstellten Testabläufe in verschiedenen Phasen der Entwicklung einer Anlage wiederverwenden zu können. Es ist außerdem essenziell, dass sich Testbausteine ohne Programmierkenntnisse erstellen lassen. Nur so ist sichergestellt, dass sich alle Projektbeteiligten an der Testphase beteiligen können. Dabei wäre es auch hilfreich, wenn das TAW die Testabläufe leicht verständlich darstellt und intuitiv zu bedienen ist. Das betrifft im Übrigen auch die Interaktion des TAW mit

Steuerung sowie Ablauf und Funktionsteile an der Maschine.



der Steuerung: Hierfür darf kein Expertenwissen hinsichtlich der Kommunikationsprotokolle oder Ähnliches notwendig sein. Weil mit dem TAW zumeist sehr komplexe Anlagen getestet werden, ist es hilfreich, wenn es parallele Abläufe, Verzweigungen und Schleifen im Testablauf zulässt.

MEHRERE STEUERUNGEN IM ZUSAMMENSPIEL ÜBERPRÜFEN

Gleichzeitig stehen Unternehmen bei der Testautomatisierung vor der Herausforderung, dass komplexe Anlagen oft mehrere Steuerungen beinhalten. Darum sollte das TAW in der Lage sein, mehrere digitale Zwillinge und deren Steuerungen im Zusammenspiel zu testen. Nicht zu vernachlässigen ist zudem eine detaillierte Protokollfunktion: Es ist schließlich Sinn und Zweck der Testautomatisierung, Fehlerursachen schnell und sicher zu lokalisieren, damit sie einfach behoben werden können. Das betrifft übrigens auch die Aufzeichnung von Ein- und Ausgabedaten der einzelnen Testbausteine. Gleiches gilt für die Testreports – eine revisionssichere Testdokumentation ist unabdingbar.

Im Zuge immer kürzerer Produktionszeiten ist bei der Testautomatisierung natürlich auch die zeitliche Komponente wichtig: Um möglichst kurze Turn-around-Zeiten zu erzielen, sollte es möglich sein, Änderungen unmittelbar während des Testablaufs durchzuführen und zu überprüfen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das sogenannte Debugging der Testbausteine: Haltepunkte sollten sich setzen und Tests schrittweise abarbeiten und mitverfolgen lassen.

Eine Rolle bei der Testautomatisierung spielt auch der spezifische Aufbau der Anlagen: Sie sind in der Regel modular aufgebaut und verfügen daher über eine hohe Varianz hinsichtlich der jeweiligen kundenspezifischen Ausführung. Je nach Anlagenaufbau können sich die Hard- und Softwareadressen von Komponenten, Parametern, Ein- und Ausgängen etcetera ändern. Darauf sollte sich das TAW einstellen. Um Testbausteine einfach, sicher und schnell an die jeweilige Ausführung der Anlage anpassen zu können, ist es erforderlich, Parameter symbolisch zu adressieren.

Eine weitere Herausforderung stellt das vom Kunden frei wählbare Steuerungssystem dar. Darum braucht es ein TAW mit einer möglichst herstellereigen-

Grafische Darstellung der
Werkzeug-Beladestelle.

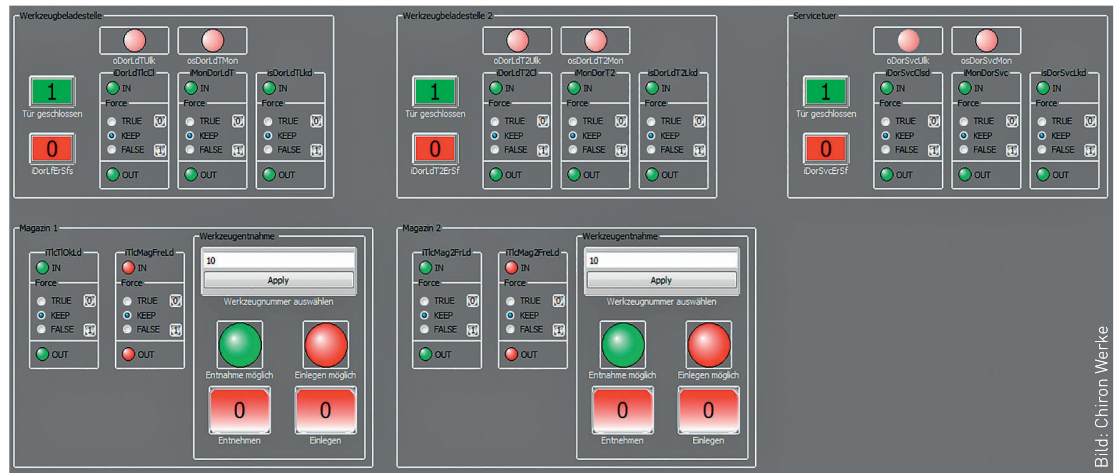


Bild: Chiron Werke

abhängigen Kompatibilität zu Steuerungssystemen und -komponenten. Ziel ist es schließlich, dieselben Testbausteine völlig unabhängig vom Hersteller des jeweiligen Steuerungssystems zum Test einzusetzen.

Entscheiden sich Unternehmen für eine Testautomatisierung, profitieren sie in vielerlei Hinsicht: Da die Einarbeitung in das TAW sehr kurz ist, können sie sich zum einen von Beginn an auf die Erstellung der notwendigen Testabläufe konzentrieren. Zum anderen reduziert sich mit einem TAW der Zeitaufwand für das Testen enorm, sodass Unternehmen viel eher bereit sind, eine Testautomatisierung als Standardprozedere einzuführen. Das liegt auch daran, dass Mitarbeiter nicht vor Ort sein müssen: Mannlose Tests sind problemlos während der Nacht oder am Wochenende möglich.

HÄUFIG VERWENDETE STEUERUNG IN DER PRAXIS

Dementsprechend sind Dauertests kein Problem, so dass Unternehmen selbst sporadisch auftretende Fehler entdecken können. Zudem lässt sich neben der Qualität auch die Liefertreue der Steuerungssoftware steigern und die Zeit bis zur Inbetriebnahme der virtuellen Anlage deutlich verkürzen. Zu guter Letzt freut sich auch der Kunde: „Feuerwehreinsätze“ direkt vor Ort sind nicht mehr notwendig, da Unternehmen die Fehler an der Steuerungssoftware bereits vorab beseitigen können, was wiederum ein langfristig gesteigertes Qualitätsimage beim Endkunden schafft.

Eine häufig eingesetzte Steuerung ist die Sinumerik 840D sl von Siemens, an der stellvertretend im Folgenden der Aufbau von ISG-Dirigent gezeigt werden soll: Bereits das Basiswerkzeug Expecco bringt neben der Standardbibliothek weitere wichtige Bibliotheken mit, die für den Test solcher Anlagen notwendig sind. So ermöglicht etwa die Qt-Bibliothek die Kommunikation der Testbausteine mit den Elementen der Bedienoberfläche der Sinumerik 840D sl, während die VNC-Bibliothek die Übertragung von Tastatureingaben an das Bedienfeld der Sinumerik 840D sl ermöglicht.

Die SCP-Bibliothek wiederum erlaubt die Übertragung von Dateien (etwa von NC-Programmen) von und zu der Sinumerik 840D sl. Doch erst die ISG-Bi-

bliothek für die Siemens Sinumerik 840D sl ergänzt das Werkzeug zur vollen Funktionalität von ISG-Dirigent – das damit vollständig nutzbar für den Kunden wird. Aufbauend auf den Bibliotheken OPC UA Client Interface und ISG-virtuos Client Interface zur Kommunikation mit der Steuerung beziehungsweise mit dem digitalen Zwilling, ist diese Bibliothek in folgenden Unterbereiche unterteilt:

- Die Bausteine der Gruppe Bedienfeld (OP 012) ermöglichen die nutzgerechte Interaktion der Testbausteine mit der Steuerung bezogen auf das Bedienfeld.
- Die Bausteine der Gruppe Maschinensteuertafel (MCP483) ermöglichen die nutzgerechte Interaktion der Testbausteine mit der Steuerung bezogen auf die Maschinensteuertafel.
- Die Bausteine der Gruppe Maschinen- und Settingdaten (Machine and Settings Data) ermöglichen den nutzgerechten Zugriff der Testbausteine auf diese Daten der Steuerung.
- Die Bausteine der Gruppen Arithmetikparameter (Arithmetic Parameters) und Anwenderdaten (User Data) ermöglichen den nutzgerechten Zugriff der Testbausteine auf diese Daten der Steuerung.
- Und schließlich ermöglichen die Bausteine der Gruppe SPS-Daten (PLC Data) den nutzgerechten Zugriff der Testbausteine auf diese Daten der Steuerung.

TESTABLÄUFE MÜSSEN VOM ANLAGENHERSTELLER SYSTEMATISIERT WERDEN

Wenn der Anlagenhersteller eine Systematisierung seiner Testabläufe vorgenommen hat, gelingt der Einstieg in die Testautomatisierung während der VIBN am eindrucksvollsten. Dazu gehört es jedoch auch, die Testabläufe auf Basis einzelner Testschritte zu definieren, die erwarteten Ergebnisse eines Testablaufs zu erfassen und Protokoll-Templates zu erstellen. Danach können Anlagenhersteller mit der Identifizierung der Gleichteile zwischen Testabläufen beginnen. So lässt sich Schritt für Schritt eine Bibliothek an wiederverwendbaren Testschritten aufbauen. Das Protokoll-Template im TAW gewährt eine schnellere Übersicht, wie ein Test verlaufen ist und an welcher Stelle eventuell Fehler aufgetreten sind. **MM**



ISG
Industrielle
Steuerungstechnik
GmbH

STEP, Gropiusplatz 10
D-70563 Stuttgart
Tel. (07 11) 2 29 92-30
Fax (07 11) 2 29 92-25
info@isg-stuttgart.de
www.isg-stuttgart.de