

## **Herausforderung Test verteilter Systeme – Wie Industrie 4.0 das Testen verändert**

*Testen spielt in der Anlagenautomatisierung eine zentrale Rolle. Dabei stellt Industrie 4.0 durch die Flexibilisierung und Vernetzung eine Reihe neuer Anforderungen, um die Zuverlässigkeit von Automatisierungssystemen gewährleisten zu können. Geringe Ausfallzeiten sind eine Grundvoraussetzung, um die Akzeptanz bei Unternehmen für Industrie 4.0 zu steigern. Bisher fehlen Lösungen, wie die neuen Anforderungen gehandhabt werden können, um die vernetzte Produktion der Zukunft ausreichend abzusichern. Gleichzeitig zeichnet sich ab, dass durch die Komplexitätszunahme der Stellenwert des Testens weiterhin zunehmen wird.*

Aufgrund kürzer werdender Produktzyklen und steigender Variantenvielfalt refinanzieren sich hoch spezialisierte Produktionsanlagen der konventionellen Massenfertigung oftmals nicht mehr. Ermöglicht durch den Einzug der Informationstechnologie in alle Bereiche der Automatisierungstechnik zeichnet sich ein Trend zu flexiblen modular aufgebauten Einheiten ab, die sich flexibel in Wertschöpfungsketten einbringen. Diese Rekonfigurierbarkeit erleichtert die Adaption an unterschiedliche Produktionsprozesse, verkürzt Stillstandszeiten und ermöglicht eine lange Lebensdauer. Der Umfang an wandlungsfähigen Produktionsfunktionen wirkt sich andererseits stark auf den notwendigen Testaufwand aus.

### **Dynamisches Produktionsumfeld erfordert Tests im Betrieb**

Dabei darf beim Funktionstest nicht ausschließlich eine isolierte Automatisierungskomponente betrachtet werden, sondern auch die Umgebung, mit welcher sie kooperiert. Kann bei konventionellen Automatisierungsanlagen die Umgebung weitgehend als statisch angenommen werden, so wird diese zunehmend dynamisch. Durch die lose Ad-Hoc-Vernetzung heterogener, sich rekonfigurierender Systeme ist das Produktionsumfeld in stetigem Wandel. Bei konventionellen Automatisierungsprojekten werden, wie in Abbildung 1 dargestellt, Modul- und Integrationstest hauptsächlich begleitend zum Engineering und der Systemtest bei der Inbetriebnahme durchgeführt. Ist die Anlage aufgebaut, konfiguriert und ausreichend gegen spezifische Anforderungen getestet, sind während des Betriebs nur Qualitätssicherungsmaßnahmen notwendig. Änderungen des Produktionsprozesses ziehen meist größere Umbaumaßnahmen nach sich, die über erneute Tests abgesichert werden müssen.

Die Vision des „intelligenten Produkts, das sich seinen Weg durch die Produktion sucht“, ändert diesen Ablauf elementar. Durch die produktindividuelle Ablaufplanung entsteht eine Vielzahl von möglichen Pfaden durch die Produktion. Die Produktionsanlagen rekonfigurieren sich entsprechend den Anforderungen des Produkts. Dies erzeugt eine hoch dynamische Produktionsumgebung, deren Betriebszustände bei Inbetriebnahme nicht absehbar sind. Wie in Abbildung 1 unten verdeutlicht, wird aufgrund ständiger Rekonfigurationen die Notwendigkeit des Testens während des Betriebs bestehen.

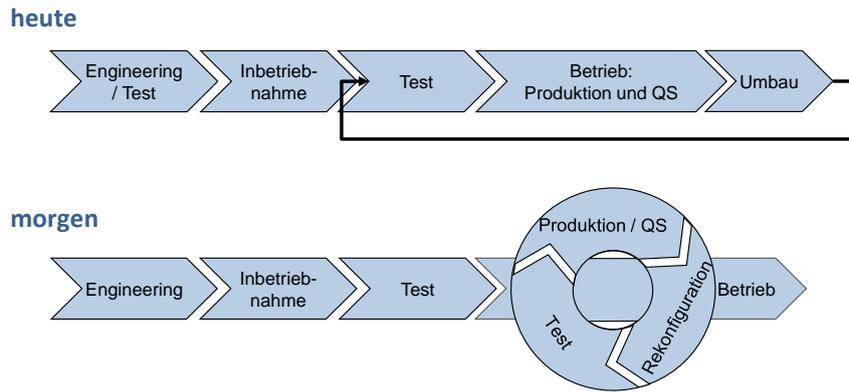


Abbildung 1 Lebenszyklus von Produktionsanlagen

### Design moves to Runtime

Was im Consumer-Bereich Stand der Technik ist, ist in der sicherheitskritischen Anlagenautomatisierung noch weitgehend eine Vision – Software-Updates über das Internet im Betrieb. Diese, in Abbildung 2 visualisierte, nachträgliche Einflussnahme erweitert die Flexibilität einer Produktionsanlage enorm, muss aber ebenso wie Rekonfigurationen über Tests im Betrieb abgesichert werden.

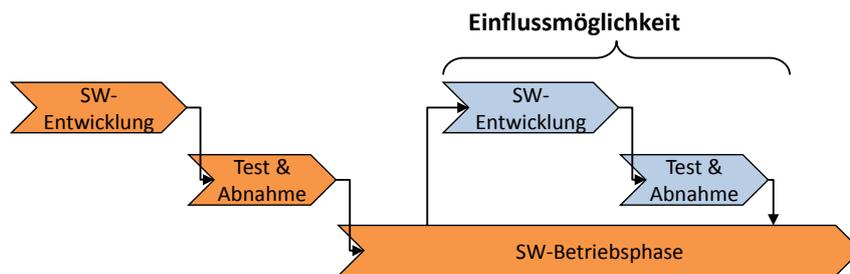


Abbildung 2 Software-Updates im Feld

### Dezentralität erschwert die Fehlerlokalisierung

Zur Koordination der dynamischen Produktionsnetze ist der streng hierarchische Aufbau der Automatisierungspyramide ungeeignet. Um die Flexibilität des Systems zu gewährleisten, werden zunehmend Steuerungsaufgaben dezentral von Automatisierungskomponenten koordiniert. Bedingt durch die lose Vernetzung, ist die dezentrale Prozesssteuerung bei geforderten Echtzeitanforderungen unabdingbar. Dabei wird der Prozessschritt direkt durch die daran beteiligten Komponenten kooperierend gesteuert. Die schwierige Nachvollziehbarkeit einer dezentralen Entscheidungsfindung, bei welcher mehrere Automatisierungskomponenten beteiligt sind, erschwert die Lokalisierung von auftretenden Fehlern.

### Teilautonomie erhöht den Testaufwand

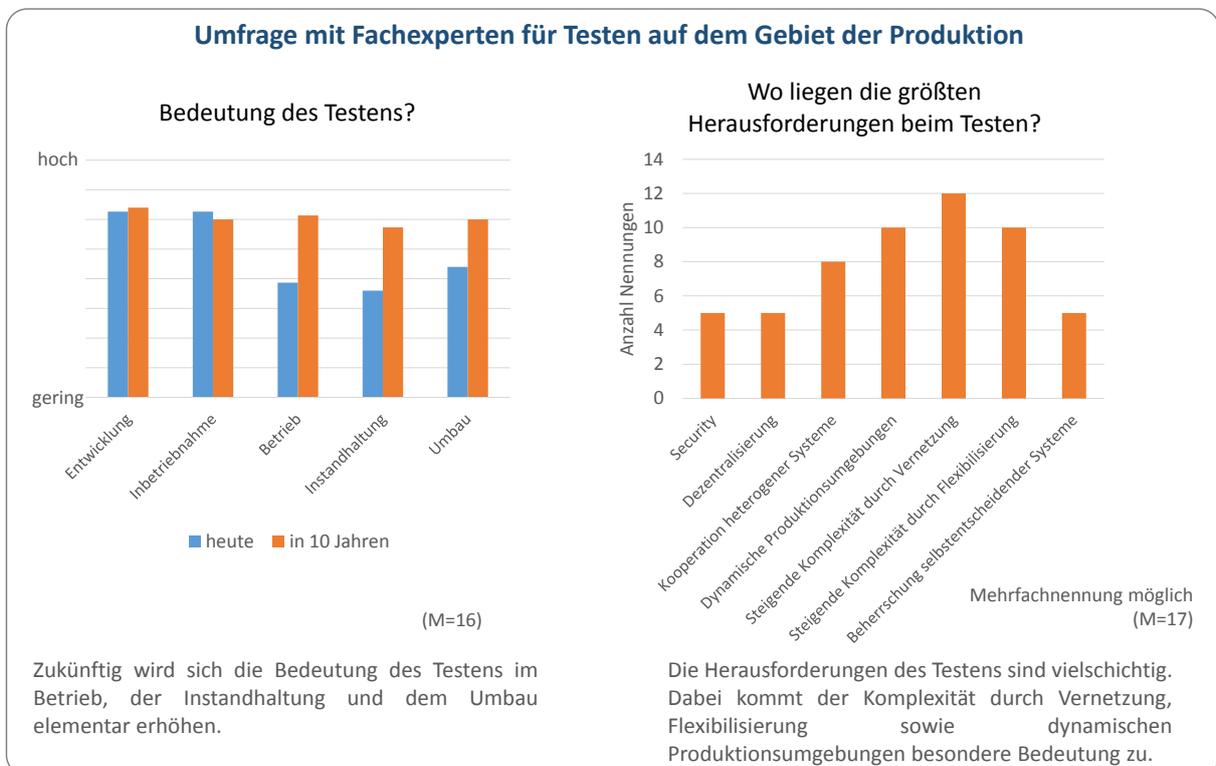
Um die dezentral gesteuerte Anlage für den Anlagenbetreiber beherrschbar zu gestalten, ist eine Teilautonomie der einzelnen Komponenten unverzichtbar. So müssen beispielsweise Produktionsmaschinen ohne aufwendige Konfiguration in ein Produktionsnetz integrierbar sein. Diese sogenannten Self-X-Eigenschaften beziehen sich auf die Selbstkonfiguration, Selbstdiagnose, Selbstoptimierung und weitere. Besonders bei sicherheitskritischen Systemen stellt die Absicherung einer autonomen Entscheidungsfindung enorme Ansprüche an die jeweiligen Testmethodiken.

## Heterogene IT-Landschaft

Zur Koordination des dezentral gesteuerten Systems ist eine durchgängige, stabile IT-Vernetzung notwendig. Dabei handelt es sich bei der Automatisierungstechnik um ein sehr heterogenes Umfeld. Abhängig von Hersteller, Domäne und Hierarchieebene gibt es eine Vielzahl von Semantiken und Protokollen. Die Gewährleistung der nahtlosen Kooperation der Komponenten stellt hohe Anforderungen an die Interoperabilität. Abhängig von den Hierarchieebenen sind dabei unterschiedliche Anforderungen an Echtzeitfähigkeit, Datensicherheit, Übertragungssicherheit oder Datenrate sicherzustellen. Besonders die Schnittstellen zwischen den Schichten der Hierarchieebenen, wie in RAMI 4.0 beschrieben, stellen eine Herausforderung dar.

## VDI/VDE-Fachausschuss der GMA zum Thema Testen gegründet

Die beschriebene Komplexitätszunahme, dynamische Vernetzung, Heterogenität und Dezentralität stellen hohe Anforderungen an Testmethodiken. Industrievertreter von BASF, Sick, ETAS, Festo, T-Systems, SEW, Pilz, Advantest und anderen sowie Vertreter von Hochschulen haben dies erkannt und am 26.06.2015 in Düsseldorf den VDI/VDE-GMA-Fachausschuss 7.25 „Testen vernetzter Systeme für Industrie 4.0“ ins Leben gerufen. Die erarbeiteten Ergebnisse sollen in Statusberichten veröffentlicht werden, mit dem Ziel, Test-Richtlinien zu entwerfen. Im Rahmen des Fachausschusses sowie bei anderen Veranstaltungen wurde eine Umfrage mit insgesamt 17 Beteiligten durchgeführt (siehe Kasten). Dabei waren sich die Befragten weitgehend einig, dass die zunehmende Vernetzung das Testen stark verändern wird (durchschnittlich 8,53 auf einer Skala von 0 bis 10, M=17). Ebenso wurde der zukünftige Testaufwand als sehr hoch eingestuft (durchschnittlich 8,68 auf einer Skala von 0 bis 10, M=17). 93,3 % der Befragten (M=15) waren der Ansicht, dass Inbetriebnahmetests zunehmend durch Tests im Feld ergänzt werden müssen. 76,5 % der Befragten (M=17) vertraten den Standpunkt, dass Software-Updates im Feld vor Ort über Tests abgesichert werden müssen.



Besonderen Dank gilt Frau Dr. Dagmar Dirzus sowie den Mitgliedern des GMA-Fachausschusses 7.25

Autoren:

**Andreas Zeller**, M.Sc.

wissenschaftlicher Mitarbeiter

Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik

Universität Stuttgart

Pfaffenwaldring 47

70569 Stuttgart

email: [andreas.zeller@ias.uni-stuttgart.de](mailto:andreas.zeller@ias.uni-stuttgart.de)

phone: 0711 / 685 - 69181

Prof. Dr.-Ing. **Michael Weyrich**

Institutsleiter

Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik

Universität Stuttgart

Pfaffenwaldring 47

70569 Stuttgart

email: [michael.weyrich@ias.uni-stuttgart.de](mailto:michael.weyrich@ias.uni-stuttgart.de)

phone: 0711 / 685 - 67321