

# PRESSEINFORMATION

-----  
PRESSEINFORMATION2023 || Seite 1 | 6  
-----

Die Fraunhofer-Produktionsarchitektur »SWAP-IT« ermöglicht verteilte, kollaborierende und selbstorganisierte Produktionsumgebungen in verschiedenen Anwendungsfälle unter der Berücksichtigung der Auslastungsoptimierung. Das neue Betriebskonzept mit Fokus auf Modularisierung und einheitliche Schnittstellen realisiert den flexiblen Einsatz von Feldressourcen und deren Fähigkeiten. Mit diesem Leistungsversprechen präsentiert ein interdisziplinäres Konsortium aus Fraunhofer-Instituten auf der Hannover Messe 2023 vom 17.-21. April ein breites Spektrum an Soft- und Hardwareapplikationen und wiederverwendbaren Funktionalitäten am Fraunhofer-Stand A12 in Halle 16.

Produzierende Unternehmen und Fabriken müssen heute mit vielschichtigen und unterschiedlichsten Herausforderungen umgehen. Dies umfasst die Erfüllung von kundenspezifischen Anforderungen (Losgröße 1), aber auch der Umgang mit Verzögerungen und Ausfällen in den Lieferketten sowie die zur Fertigung von großen Stückzahlen.

Bisherige Architekturansätze für die Industrie 4.0 sind generisch und versuchen möglichst viele Anwendungsszenarien abzudecken. Hierbei stehen Architekturkonzepte den spezifischen Anforderungen der Unternehmen entgegen, sodass diese meist einen hohen Integrations- und Wartungsaufwand implizieren. Im Rahmen des Fraunhofer-Leitprojekts »SWAP« wurde die »SWAP-IT«-Architektur entwickelt, ein neues technologisches Konzept zur Umsetzung der Produktion von Morgen. »SWAP-IT« ermöglicht eine Transformation von starren Prozessen mit einzelnen Bearbeitungsstationen in flexible und dynamische Fertigungsumgebungen. Im Vordergrund steht ein modular aufgebautes cyber-physisches Produktionssystem, welches sowohl zentral als auch dezentral organisierte Komponenten unterstützt. Die Module lassen sich an die Anforderungen der Produktionsumgebung adaptieren und können mit geringem Aufwand (weiter-)entwickelt werden.

Um die »SWAP-IT«-Architektur an die eigenen Anforderungen adaptieren zu können, ist ein Integrationsleitfaden entwickelt worden. Dieser deckt verschiedene Phasen und Rollen aus Sicht des Fabrikbetreibers ab und beschleunigt somit den Aufwand bei der Umsetzung. Ein weiterer Schwerpunkt ist die auftragszentrierte Produktionsumgebung, bei der

---

**Redaktion**

Niels Schmidtke | Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF | Leiter Geschäftsstelle Fraunhofer-Verbund Produktion |  
Telefon +49 391 4090-568 | Sandtorstr. 22 | 39106 Magdeburg | [www.produktion.fraunhofer.de](http://www.produktion.fraunhofer.de) | [niels.schmidtke@iff.fraunhofer.de](mailto:niels.schmidtke@iff.fraunhofer.de)

**FRAUNHOFER-LEITPROJEKT SWAP**

sich Produktionsaufträge mittels eigens entwickelter Beschreibungssprache, der Production Flow Description Language (»PFDL«), selbständig organisieren. Diese realisiert eine formale Definition von Produktionsaufträgen und eine vollautomatisierte Auftragsausführung. Die Produktionsressourcen können mit der Architekturlösung dynamisch zur Laufzeit allokiert werden und erlauben somit eine schnelle Reaktion auf Ausfälle oder kurzzeitige Auftragsspitzen. Die Kombination der »SWAP-IT«-Architektur mit der »PFDL« erlaubt die Realisierung eines flexiblen, erweiterbaren und resilienten cyber-physischen Produktionssystems.

Kompetenzen der beteiligten Fraunhofer-Institute werden zu dieser neuartigen Produktionsarchitektur zusammengeführt und befähigen Fraunhofer zur Technologieführerschaft auf diesem Gebiet. Die Partnerinstitute arbeiten an vier branchenrelevanten Anwendungsfällen im Kontext der Fertigung und Automatisierung, um diese Architekturlösung anzuwenden und Mehrwerte aufzuzeigen.

- Projektschaufenster: [Webseite](#)
- Ausführliche Beschreibung der Architekturlösung: »[SWAP-IT](#)«
- Ausführliche Beschreibung der Beschreibungssprache zur Abbildung von Produktionsaufträgen: »[PFDL](#)«

Die Beschreibung der einzelnen Anwendungsfälle findet sich im Folgenden. Wenn wir Ihr Interesse an diesen Themen geweckt haben, sprechen Sie uns gern an!

Für frühzeitige Kennenlern- und Terminvereinbarungen treten Sie gerne bereits jetzt mit uns in Kontakt: [office@produktion.fraunhofer.de](mailto:office@produktion.fraunhofer.de)

---

**PRESSEINFORMATION**2023 || Seite 2 | 6

---

**»BAUTEILE ZU VERTEILTEN ARBEITSSTATIONEN«**

**Das globale Marktumfeld für produzierende Unternehmen fordert eine zunehmende Individualisierung von Produkten, die kostengünstig und nachhaltig produziert werden müssen. Gleichzeitig sorgt eine zunehmende Volatilität für gesteigerte Anforderungen, nicht nur hinsichtlich der Flexibilität, auch bezogen auf die Lieferzeit, die Einhaltung von Lieferterminen, die Qualität und die Nachverfolgbarkeit. Zur Lösung dieser Herausforderungen werden wichtige Lösungsbausteine, insbesondere hinsichtlich der Produktionsorganisation, des Bauteilhandlings, der Qualitätssicherung und der Nachverfolgbarkeit geliefert.**

Zur Steigerung der technischen Flexibilität und damit zur Abbildung einer Variantenvielfalt im Produkt werden Produktionsressourcen zur „Automatisierung der Automatisierung“ befähigt. Das Bauteilhandling wird durch selbstkonfigurierende Algorithmen zur roboterbasierten Handhabung von Objekten flexibilisiert. Des Weiteren werden neuartige Sensoren für optische Qualitätssicherung mittels Holographie und Musterprojektion, sowie die markierungsfreie Bauteilverfolgung durch Track & Trace mittels Fingerabdrucks des Bauteils integriert. Dadurch wird eine flächenhafte Formmessung mit Mikrometergenauigkeit, eine lokale Messung von Defekten und Funktionsflächen (Digitale Holographie) und eine markierungsfreie Identifikation von Chargen bis 100.000 Bauteilen erreicht. Die Variantenvielfalt im Prozess dagegen wird durch die Einbindung der »SWAP-IT«-Architektur zur Steigerung der organisatorischen Flexibilität und Auslastungsoptimierung erreicht. Durch die flexible Verkettung der Arbeitsstationen mittels frei navigierenden fahrerlosen Transportfahrzeugen kann ein auftragsindividueller Materialfluss erreicht werden. Durch KI-gestützte Optimierungsalgorithmen lässt sich dabei die Auslastung optimal auf die Produktionsressourcen verteilen, um eine geringe Durchlaufzeit zu realisieren.

Mit der von Industriepartnern validierten Lösung werden Wettbewerbsvorteile durch eine gesteigerte Flexibilisierung von Automatisierungskomponenten zur schnellen und aufwandsarmen Umstellung auf neue Produkte realisiert. Dadurch lassen sich hochflexible Produktionssysteme realisieren, die kosteneffizient und nachhaltig kundenindividuelle Produkte mit höchster Qualitätsgüte herstellen.

-----  
**PRESSEINFORMATION**2023 || Seite 3 | 6  
-----

**»GROßBAUTEILFERTIGUNG«**

**Die Herstellung von Großbauteilen, wie bspw. von Umformwerkzeugen für die Automobilindustrie oder Teilen für Windkraftanlagen, stellt Produzenten vor enorme Herausforderungen. Eine Hürde ist hierbei die Notwendigkeit hochgenauer Groß-Werkzeugmaschinen mit hohem Investitionsaufwand sowie der damit einhergehenden geringen Verfügbarkeit. Im Idealfall – und das ist der Ansatz nach »SWAP«-- lassen sich Großbauteile segmentieren und auf Standardwerkzeugmaschinen fertigen.**

Die »SWAP-IT«-Architektur ermöglicht den Aufbau einer alternativen Prozesskette mit integrierter Segmentierung der Werkstücke und stellt einen Paradigmenwechsel in der Produktionstechnik dar. Im Kern findet in der Prozessplanung eine bedarfs- und lastgerechte Aufteilung des Großbauteils in Segmente statt. Die einzelnen Segmente werden verteilt auf in der Breite verfügbare Werkzeugmaschinen spanend gefertigt und anschließend mittels geeigneter Verfahren zum Großbauteil gefügt. Für die Finish-Bearbeitung wird im Anwendungsfall eine mobile Bearbeitungsmaschine am Bauteil eingesetzt. Eine Planungs- und Optimierungsoftware automatisiert dabei die Segmentierung auf Basis der jeweils verfügbaren Maschinen.

Der Mehrwert dieser Art der Produktion liegt in der Auflösung der Beziehung von Bauteil- und notwendiger Bauraumgröße, was wiederum den Bedarf an Großbearbeitungszentren reduziert. Durch die Segmentierung großer Bauteile in mehrere kleine, wird die Fertigung in die Lage versetzt auf eine kleinere Standardmaschine ausweichen zu können, was die Fertigungskosten und Wartezeiten reduziert und die Flexibilität und Umsetzungsgeschwindigkeit der Prozesskette steigert. Dies realisiert ebenfalls die Parallelisierung von Fertigungsschritten. Die erhöhten Aufwände in der Planung werden durch eine Vernetzung der Maschinen, die Kenntnis der Maschinenfähigkeiten und -verfügbarkeiten und die in die »SWAP-IT«-Architektur integrierte Segmentierungsoptimierung sowie automatisierten Auftragsplanung kompensiert.

-----  
**PRESSEINFORMATION**2023 || Seite 4 | 6  
-----

**»FLUGZEUGMONTAGE«**

**Zu den Herausforderungen der Produktionsleitung bei der Fertigung von Flugzeugrumpfschalen gehört die Koordination der Aufträge und des knapper werdenden und oftmals überlasteten Personals. Bei den Arbeiten in der Fertigung handelt es sich um hochpräzise, aber auch repetitive Aufgaben. Automatisierungslösungen gibt es, allerdings sind diese auf Großserien ausgelegt. Bei der Fertigung von kleineren Serien, für verschiedene Auftraggeber, werden flexible Lösungen benötigt, mit denen schnell auf Änderungen reagiert werden kann. Dazu ist nun eine Lösung entwickelt worden, die diese Herausforderung adressiert.**

Im Einsatz befinden sich mobile Roboter, die Werker bei der Bearbeitung unterstützen und die Qualität sicherstellen. Die Roboter bearbeiten Bauteile mit Laserverfahren und nieten wesentliche Bereiche der Rumpfschalen zusammen. Schwierig zu erreichenden Stellen nietet weiterhin der Mensch. Mobile Messroboter stellen sicher, dass die Bearbeitung an der richtigen Stelle erfolgt und überprüfen das Ergebnis. Im Werk wird an vielen Rumpfschalen und Bauteilen gleichzeitig gearbeitet. Um die mobilen Roboter optimal auszulasten, fahren sie von einer Bearbeitungsstation zur nächsten, immer dorthin, wo sie gebraucht werden. Ein Messroboter fährt zum Beispiel von der Qualitätssicherung nach dem Nieten zur Qualitätssicherung bei der Laserbearbeitung und danach weiter an eine andere Station, um dort einen Bearbeitungsroboter genau zum Werkstück zu referenzieren. Die »SWAP-IT«-Architektur unterstützt diese Steuerungsvorgänge für den flexiblen Einsatz.

Vor der Einführung der Technologie wurden Workshops mit Werksleitung, IT und Werksmitarbeitenden durchgeführt. Dabei konnten Vorbehalte wie »Roboter seien langsam«, »könnten Teile beschädigen« oder »gar Menschen gefährden«, genommen werden. Durch den Einsatz der hier beschriebenen Technologie können manuelle Tätigkeiten im Werk um 50 Prozent reduziert werden. Das Personal wird entlastet und erhält über die eingesetzte Robotik Unterstützung, ohne selbst zum Experten auf dem Gebiet werden zu müssen. Der Einsatz von »SWAP-IT« in der Flugzeugmontage ermöglicht einen flexiblen und optimierten Einsatz der Roboter und hebt so Automatisierungspotentiale für Produktionswerke, auch mit kleineren Losgrößen. Zukünftig können mit dieser Technologie aufwandsarm weitere Roboter, je nach Bedarf, eingebunden werden.

---

**PRESSEINFORMATION**2023 || Seite 5 | 6

---

**»PRÄZISIONSBAUTEILFERTIGUNG«**-----  
**PRESSEINFORMATION**2023 || Seite 6 | 6  
-----

**Traditionell werden Spiegeloptiken in einem zeitintensiven Prozess in manufakturähnlicher Weise seriell und mit aufwendiger individueller Messtechnik zur Charakterisierung von Formabweichung, Rauheit und Sauberkeit gefertigt. Um den wachsenden Bedarf an Präzisionsbauteilen zu decken und eine wirtschaftliche, qualitativ exzellente Herstellung bei steigenden Anforderungen und hohen Stückzahlen zu ermöglichen, sind neue Fertigungsansätze erforderlich. Die wachsende Nachfrage insb. bei Spiegeloptiken und die wechselnden Geometriemerkmale führen heute zu enormen Maschinenkosten, längeren Bearbeitungsdauern und Limitationen im Übergang zu Serienbauteilen mit hohen Oberflächenqualitäten.**

Fraunhofer ist es gelungen, einen neuen effizienten und skalierbaren Weg unter Beibehaltung höchster Qualitätsmerkmale und niedriger Kosten zu entwickeln. Mittels auslastungsoptimierter Fertigung wird es erstmalig möglich, die Skalierung der Werkstückanzahl, Größe und Genauigkeit von der individuellen Leistungsfähigkeit der Bearbeitungsmaschinen zu entkoppeln. Dabei werden verschiedene Betriebsmittel als auch additive und subtraktive Bearbeitungsverfahren, Funktionalisierungs- und Charakterisierungs- sowie Mess- und Handhabungsprozesse kombiniert und über in-situ-Prozessanalysen multiple kooperierende Roboterstationen miteinander verknüpft. Der Arbeitsraum der neuartigen Maschinenumgebung wird hierbei in kleinere Teilsegmente untergliedert, was die Nutzung kompakter, präziser und ökonomischer Bearbeitungsstationen ermöglicht. Die Vernetzung und Kommunikation der Werkzeuge und Messmittel wird über die »SWAP-IT«-Architektur realisiert.

Die hochpräzise, parallelisierte Fertigungslösung erschließt individuelle Bauteilgrößen und Oberflächengenauigkeiten im Mikrometer- bis Nanometer-Bereich, unterstützt durch neueste KI-Methoden. Im Ergebnis werden individuell adaptierbare Bauteile parallel für mittlere und große Stückzahlen mit gleichbleibend hoher Qualität der optischen Fläche effizient und kostengünstig hergestellt. Diese Effizienz ermöglicht pro Spiegel eine Reduzierung der Fertigungszeit um 30 Prozent, kombiniert mit einer Verbesserung der Qualitätsmerkmale der Spiegeloberfläche bis zu einem Faktor Zwei bei gleichzeitiger Fertigung mehrerer Spiegel und einer damit erzielten Zeitersparnis um den Faktor »Spiegelanzahl«.