

# SMARTE FABRIK

## Digitalisierung und Automatisierung



---

# GESTALTUNG VON PRODUKTIONSSYSTEMEN

---

## DIE PRODUKTION DER ZUKUNFT SCHON HEUTE DENKEN

Eine ressourceneffiziente digitale Produktion ist Grundstein für die nachhaltige Intensivierung des wirtschaftlichen und sozialen Erfolgs des deutschen Mittelstands in einer zunehmend globalisierten Zukunft. An den damit verbundenen Herausforderungen forscht die Hauptabteilung »Smarte Fabrik – Digitalisierung und Automatisierung« und entwickelt maßgeschneiderte Lösungen für die Industrie.

Gemeinsam mit unseren Partnern erarbeiten wir Konzepte, die eine gezielte Verbindung von Betriebsorganisation, Informationstechnik und Fertigung ermöglichen. Die mehrwertorientierte Umsetzung in der Produktionspraxis hat dabei höchsten Stellenwert. Dazu kooperieren wir seit vielen Jahren mit einem Netzwerk aus etablierten Industrie-, Dienstleistungs- und Forschungspartnern – vom lokalen KMU bis zum OEM. Mit großer Erfahrung in regionalen, nationalen und internationalen Projekten begleiten wir unsere Kunden von der Idee bis in den Betrieb unserer spezifischen Entwicklungen.

Die Realisierung der Smarten Fabrik auf allen Unternehmensebenen steht im Fokus der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit der Hauptabteilung. Unser Augenmerk liegt auf der Schaffung effizienter sowie menschengerechter Fabrik- und Arbeitswelten, wobei eine effektive Produktionsorganisation und innovative Software- bzw. Automatisierungslösungen Ausgangspunkte für eine Optimierung der Wertschöpfung sind. Den Eckpfeiler für unsere Entwicklungen bildet das Daten- und Informationsmanagement vom Sensor bis zum Mitarbeiter. Damit gelingt es uns, Produktionsabläufe qualitativ und quantitativ zu verbessern und gleichzeitig größere Transparenz zur Erhöhung der Produktivität zu schaffen.

### Leitthemen

Um höchste Qualität unserer Dienstleistungen und Lösungen garantieren zu können, setzen wir auf fundiertes Methodenwissen, interdisziplinäre Innovationen und modernste Technologien. Unsere Leistungen und Forschungsschwerpunkte orientieren sich an den aktuellen Leitthemen der industriellen Produktion am Standort Deutschland.

#### ■ Ressourceneffiziente Fabrik

Energie- und ressourceneffiziente Wertschöpfung als dauerhafter Wettbewerbsvorteil – unterstützt durch individuelle Planungsansätze, innovative Prozesssteuerung und integriertes Management

#### ■ Digitalisierung in der Produktion, Industrie 4.0

Transparenz und Beherrschbarkeit von Prozessen, Maschinen und Anlagen durch intelligente Vernetzung; gezielte Digitalisierung und mehrwertorientierte Reorganisation von Abläufen

#### ■ Automatisierung und Monitoring

Null-Fehler-Produktion: aufgabenbezogene Automatisierung von Produktionssystemen zur Sicherstellung hoher Stückzahlen in geforderter Qualität, Absicherung durch fertigungsbegleitende Überwachung und Steuerung von Maschinen und Produktionsprozessen

#### ■ Mehrwert Mensch

Effizienz und Ergonomie für den Arbeitsplatz der Zukunft durch den Einsatz etablierter Gestaltungsmethoden, schlanker Organisationsformen und intuitiver mobiler Assistenzsysteme



# DIGITALISIERUNG – ABER BITTE WERTSCHÖPFEND

## Potenziale der Digitalisierung erkennen und modular umsetzen

Durch die zunehmende digitale Durchdringung aller Lebens- und Arbeitsbereiche gewinnt die »Ressource Daten« mehr und mehr an Bedeutung. Aber wie lassen sich relevante Daten mit Bezug zur Produktion erfassen, verarbeiten und als Informationen so zur Verfügung stellen, dass diese auch wertschöpfend wirken? Die Hauptabteilung »Smarte Fabrik – Digitalisierung und Automatisierung« nutzt ein KMU-fokussiertes »Industrie-4.0-Reifegradmodell« und einen »Modulbaukasten Digitalisierung«, um Ihr Unternehmen bei der Entwicklung und Umsetzung einer nachhaltigen Digitalisierungsstrategie zu unterstützen. In einem ganzheitlichen Konzept werden die Potenziale der Digitalisierung schrittweise und gewinnbringend realisiert – unabhängig vom aktuellen Grad der digitalen Transformation betrieblicher Strukturen.

Die Absprungbasis bildet die Analyse des bestehenden digitalen Reifegrades Ihres Unternehmens entlang der betrieblichen TOP-Funktionsbereiche Technik, Organisation und Personal. Es werden Produkte, Strategien, Kennzahlen, Kompetenzen und Technologien auf den Prüfstand gestellt und auf ihre Durchdringung von Industrie-4.0-Know-how untersucht. Darauf aufbauend erfolgt die strategische Definition eines gewünschten Sollzustandes entlang aller betrachteten Funktionsbereiche. Eine individuelle Umsetzungsempfehlung bildet das Rahmenkonzept für die schrittweise und gewinnbringende digitale Transformation.

Die erarbeiteten Handlungsempfehlungen lassen sich direkt nutzen, um die modulare Digitalisierung auch technologisch voranzutreiben. Dafür bieten wir verschiedene Lösungsbau- steine an, die sich durch semantische Technologien beliebig miteinander kombinieren lassen, um maßgeschneiderte digitale Prozessarchitekturen zu realisieren. Eine flexible Verwaltung von Daten und Informationen, Schnittstellen-Engineering an Maschinen, Sensoren und Steuerungen, kontextbezogene Informationsbereitstellung, fabrikweite Objektidentifikation und -ortung durch Auto-ID oder skalierbare IT-Infrastrukturen bilden die Basistechnologien auf dem Weg zum virtuellen und echtzeitfähigen Abbild der Produktion.

### Vorgehensweise

- Analyse der innerbetrieblichen Strukturen und Kompetenzen
- Evaluierung des digitalen Reifegrades der TOP-Funktions- bereiche
- Strategieentwicklung zur Erreichung des gewünschten digitalen Soll-Zustandes
- Umsetzung konkreter technischer Lösungen nach individuellen Kundenvorstellungen

### Ergebnisse

- Detaillierte Analyse des digitalen Reifegrades im Unternehmen
- Konkrete Umsetzungsempfehlung zur digitalen Transformation
- Gezielt gesteigerte Transparenz und Effizienz der Wertschöp- fung durch modulare Digitalisierungsbausteine
- Kundenorientierte und schrittweise Betreuung bei weiteren Digitalisierungsprojekten



---

# RESSOURCENEFFIZIENTE FABRIK

---

## **Energieeffizienz und -flexibilität**

Energieeffizienz spielt in der industriellen Produktion eine wichtige Rolle. Die Einbindung dezentral erzeugter, erneuerbarer Energien und die Flexibilisierung industrieller Lasten gewinnt mehr und mehr an Bedeutung. Doch wo finden sich Ansatzpunkte, um kurzfristig Kosten für den Energiebezug zu senken und sich auf neue Energie-Geschäftsmodelle vorzubereiten? Mithilfe von energetischen Analysen und Best Practices identifizieren wir Potenziale und Stellhebel zur Optimierung der Energieversorgung und -nutzung. Um künftige Flexibilitätsoptionen am Energiemarkt optimal nutzen zu können, unterstützen wir bei der Potenzialidentifikation sowie der Befähigung von technischen Anlagen in der Fabrik.

## **Material- und Energieflusssimulation**

Stochastische Einflüsse und komplexe Wechselwirkungen sind zentrale Herausforderungen bei der Effizienzsteigerung in Produktionsbetrieben. Mithilfe der Materialflusssimulation und weiterer Werkzeuge der Digitalen Fabrik lassen sich auch komplizierte Fertigungsprozesse abbilden, untersuchen und optimieren. Hierzu setzen wir die Software Siemens Tecnomatix Plant Simulation branchenübergreifend mit großem Erfolg ein. Die von uns entwickelte Erweiterung eniBRIC ermöglicht die gleichzeitige Simulation von Material- und Energieflüssen in der Fertigung, so dass sich die Effekte vielfältiger Einzelmaßnahmen prospektiv untersuchen lassen.

## **Planung und Betrieb ressourceneffizienter Fabriken**

Die Verfolgung produktionslogistischer Ziele wie minimale Durchlaufzeiten und Bestände sowie maximale Termintreue hat auch in zukünftigen Wertschöpfungssystemen oberste Priorität. Die Wahl der richtigen Steuerungsverfahren beeinflusst den Zielerreichungsgrad entscheidend. Zusätzliche Ressourceneffizienzziele lassen die Komplexität der Fabrik weiter ansteigen. Unsere aktuelle Forschung widmet sich daher der Integration von MES, Gebäudeleittechnik und Energiemanagementsystemen, um Material- und Energieflüsse auf allen Verteilebenen durchgängig effizient zu planen und zu steuern. Wir gestalten und realisieren dazu mit unseren Kunden Konzepte zur ressourceneffizienten Produktionsorganisation vom Gebäude über die Infrastruktur bis zum Prozess.

## **Trends und Entwicklung**

Der strukturelle Wandel der industriellen Fertigung gewinnt nicht nur für Unternehmen, sondern auch für Industrieverbände und Interessenvertreter aus Politik und Gesellschaft zunehmend an Bedeutung. Um frühzeitig Innovationspotenziale zu nutzen, Entwicklungsprozesse erfolgreich mitzugestalten und vielversprechende Aktionsfelder zu identifizieren, bieten wir ergebnisoffene fachwissenschaftliche Analysen zur Entscheidungsunterstützung. Wesentliche Schwerpunkte sind die Vermittlung eines systematischen Verständnisses für komplexe Zukunftsthemen, die Potenzialerschließung und Eignungsfeststellung zukunftsfähiger Technologien sowie die Analyse und Entwicklung von Managementsystemen zur Steigerung der Ressourceneffizienz.



## GRÜNE AUTOMOBILPRODUKTION

### Nutzeffekt



Einsparung von  
Primärenergie bei einer  
Ausbringungsmenge von  
250 000 Karosserien\*:

- Presswerk 8,1 %
- Werkzeugbau 11,4 %
- Karosseriebau 16,5 %
- Lackiererei 6,7 %

Zukünftige Potenziale sind  
weitaus höher anzusetzen.

\*Projektergebnis InnoCaT®

Wenn es darum geht, welchen Einfluss ein Fahrzeug auf das Erreichen der Energie- und Klimaschutzziele haben kann, denkt man zunächst an den Kraftstoffverbrauch, der nicht zuletzt vom Gewicht der Karosserie abhängt. Aber bereits bei der Herstellung bestehen enorme Einsparungs- und Effizienzsteigerungspotenziale. Immerhin entfällt ein Viertel des totalen Energieaufwandes im Leben eines Autos auf dessen Herstellung, ein erheblicher Teil auf die Karosseriefertigung.

Wie lassen sich Produkte ressourceneffizient fertigen? Welche neuen Herstellungsverfahren werden benötigt, um Material und Energie einzusparen? Diese Forschungsfragen untersuchte die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderte und vom Fraunhofer IWU gemeinsam mit dem Industriepartner Volkswagen koordinierte Innovationsallianz »Green Carbody Technologies (InnoCaT®)«. Mehr als sechzig Partner aus Industrie und Forschung erarbeiteten in dreißig Teilprojekten Lösungen für die Automobilproduktion, den Maschinenbau und weitere Zulieferer- und Ausrüsterbranchen.

Die Verbundforschung spannte inhaltlich den Bogen vom Werkzeugbau über das Presswerk und den Karosseriebau bis hin zur Lackierung. Über allem stand die Herausforderung, den Materialausnutzungsgrad und die Energieeffizienz zu verbessern. Dabei ging es nicht nur darum, an den einzelnen, singulären Stellschrauben im Fertigungsprozess zu drehen, sondern die Fertigung als Ganzes zu betrachten. Eine wesentliche Aufgabe bestand deshalb darin, eine durchgängige, alle Gewerke umfassende und übergreifende Planung für energie- und ressourceneffiziente Prozesse, d. h. einzelne Prozessschritte und ganze Prozessketten, zu etablieren.

Zur Verdeutlichung der Einzelergebnisse und der im Detail verifizierten Lösungsangebote wurde das Konzept einer Referenzkarosserie, gefertigt in einer adäquaten Referenzfabrik, entwickelt und genutzt. Das Novum: Diese steht firmen- und fahrzeugunabhängig als Benchmark zur Verfügung. Damit werden die erreichbaren Einsparpotenziale nicht nur erstmals überprüfbar bestimmt und im Zusammenhang abgebildet, sie dienen gleichzeitig bei der Implementierung neuer technologischer Konzepte, verbesserter Fertigungstechnik und erweiterter Planungstools als Referenzwerte für eine energie- und ressourcenschonendere Automobilproduktion.

## Ausgangssituation – bisher



## Planungssoftware – neu



# PRODUKTIONSPLANUNG IN DER AUTOMOBILZULIEFERINDUSTRIE

Bei der Magna Exteriors (Meerane) GmbH ist die Herstellung von lackierten Exterieur-Teilen eine hochkomplexe Prozesskette. Die Kunden melden oft sehr kurzfristig ihre Bedarfe auf unterschiedlichen Wegen. Rohteile müssen Just-In-Sequence gefertigt und auf einer vollautomatischen Lackieranlage mit rund 350 Teile- und Farbkombinationen lackiert und geprüft werden. Die Produktionsplaner und Logistiker stehen der Herausforderung gegenüber, die Lagerbestände zu minimieren und gleichzeitig alle Kundenabrufe termingerecht zu erfüllen. Die bisherige Produktionsplanung zeichnete sich durch überwiegend manuelle Schritte und täglich neu zu erstellende Produktionspläne aus.

Das aufgeschlossene Team aus Logistikern, Produktionsplanern und IT-Experten entwickelte im Sommer 2016 eine Projektidee, um die Produktionsplanung der Lackieranlage stark zu vereinfachen. Realisiert wurde eine webbasierte Planungssoftware, die den Großteil der Planung automatisiert und die Mitarbeiter mit einer modernen Visualisierung unterstützt. Wichtig ist, dass die Entscheidungsgewalt über die resultierenden Produktionspläne nicht entzogen wird.

Seit dem Frühjahr 2017 wird die Software erfolgreich betrieben. Die Softwarearchitektur ermöglicht eine hohe Wartbarkeit und stellt den langfristigen Betrieb sicher. Manuelle Prozesse wurden automatisiert und die Fehleranfälligkeit deutlich gesenkt. Nebenprozesse werden minimiert, was die Arbeitsmoral positiv beeinflusst.

### Zitat des Auftraggebers

»Die Herausforderungen, welche uns im Automotiv-Bereich täglich entgegenstehen, lassen sich aufgrund steigender Komplexität kaum noch manuell meistern. Für uns war es sehr spannend etwas entstehen zu lassen, was im Bereich der Fertigungsplanung und -steuerung die Prozesse und deren Qualität derart verbessern kann.«

Sebastian Lohmann, Team Leader Industrial Engineering, Magna Exteriors (Meerane) GmbH

### Nutzeffekte

 Reduzierung des täglichen Planungsaufwandes um 30 % bis 60 %

 Schnelleres Anlernen neuer Produktionsplaner

 Erhöhte Liefersicherheit durch bedarfsorientierte Vorplanung und übersichtliche Planungsstatistiken

 100%-Prüfung für formale Planungsfehler



Nehmen Sie sich mit, was Sie brauchen!

Scannen Sie den QR-Code mit Ihrem Smartphone und nehmen Sie sich die Werte mit, die Sie interessieren!



Stationen

Prozessleistung: 80%  
Anzahl: 14  
Produktionszeit: 90min  
Anzahl: 5

10  
Anzahl: 10  
Produktionszeit: 10min  
Anzahl: 10

95  
Anzahl: 95  
Produktionszeit: 95min  
Anzahl: 95

29  
Anzahl: 29  
Produktionszeit: 29min  
Anzahl: 29

7  
Anzahl: 7  
Produktionszeit: 7min  
Anzahl: 7

1158  
Anzahl: 1158  
Produktionszeit: 1158min  
Anzahl: 1158

0.90  
Anzahl: 0.90  
Produktionszeit: 0.90min  
Anzahl: 0.90

---

# DIGITALISIERUNG IN DER PRODUKTION

---

## **Schnittstellen und Datenmanagement**

Daten bilden die entscheidende Grundlage für eine wirtschaftliche Produktion und die Gestaltung neuer Geschäftsmodelle. Im Fokus unserer Entwicklungen stehen neue Konzepte zur Aufnahme, Zusammenführung und Auswertung von Daten aus unterschiedlichen Quellen. Unsere Leistungen reichen von Schnittstellen für die Erschließung von Datenquellen über den Aufbau digitaler Infrastrukturen bis hin zur Konzeption und Umsetzung von komplexen Datenarchitekturen für Industrie-4.0-Anwendungen. Hierfür wurde der »Modulbaukasten Digitalisierung« entwickelt, der Daten vom Sensor bis zum Menschen vernetzt und individuell auf die jeweilige Herausforderung angepasst werden kann.

## **Softwareentwicklung**

Moderne Softwarelösungen zur Planung, Steuerung und Optimierung von Produktionsanlagen sind wichtige Bausteine smarterer Fabriken. Im Fokus steht der ganzheitliche Lebenszyklus von Softwaresystemen – von der Aufgabenanalyse über den Architekturentwurf und die Entwicklung bis hin zur Softwareinstallation und -wartung. Industrie-4.0-Konzepten folgend, werden hier insbesondere passende Datenbanken, Softwarebibliotheken und Applikationsframeworks zusammengeführt. In diesem Kontext schaffen wir innovative Lösungen zur Planung und Überwachung von Prozessen, zur intelligenten Steuerung von Produktionssystemen sowie zur Erfassung und Auswertung von Produktionsdaten.

## **Virtual und Augmented Reality**

Innovative, virtuelle Techniken für industrielle Anwendungen können Instandhaltungen erleichtern, menschliche Fehler in der Montage und bei der Maschinenbedienung vermeiden und neue Mitarbeiter schneller anlernen. Unsere Forschungs- und Entwicklungsleistungen reichen von Virtual-Reality-(VR)-gestützten Design Reviews für Produkte und Maschinen über Präsentationen mithilfe einer mobilen VR-Anlage bis hin zu komplexen Augmented-Reality-Lösungen für Industrie-4.0-Anwendungen.

## **Mensch-Maschine-Interaktion und Assistenz**

In der zukünftigen Produktion sind die Kreativität und Flexibilität des Menschen entscheidende Wettbewerbsfaktoren. Um hierbei eine optimale Unterstützung zu bieten, entwickeln wir innovative Interaktionskonzepte, Modularisierungsmethoden und Schnittstellenkonzepte für intelligente Assistenzlösungen in der Produktion. Effekte derartiger Systeme werden beispielsweise in der Reduzierung von Rüst- und Instandhaltungszeiten sichtbar.

## **Datenanalyse und maschinelles Lernen**

Datenanalysen und die Anwendung maschineller Lernverfahren sind wichtige Bausteine zur optimalen Gestaltung und Steuerung von Produktionssystemen. Wir realisieren die Aufbereitung, Analyse und Modellbildung für Maschinen- und Unternehmensdaten. Zusammenhänge, Trends und Anomalien in Ihren Daten finden wir mit visuellen Analysemethoden und Werkzeugen für statistische Auswertungen. Spezifisch für Ihre Anwendungsfälle entwickeln wir Softwarebausteine, die automatische Analysen und Prognosen umsetzen.



## »LINKED FACTORY« – VOLLVERNETZTE FABRIK UND VIRTUELLES FABRIKABBILD

### Nutzeffekte



*Smarte Verknüpfungen  
zwischen Geräten, Steuerungen und Applikationen*



*Hohe Datenerfassungsgeschwindigkeit; einfache Erweiterbarkeit zur Datenanalyse*



*Ableitung bisher verborgener Zusammenhänge als Basis der Produktivitätserhöhung*



*Schnellere Reaktionszeiten der Werker durch Bereitstellung kontextbasierter Informationen*

Assistenzsysteme und intelligente Optimierungsalgorithmen in Produktionsumgebungen benötigen integrierte und verknüpfte Daten zu Produkten, Produktionsprozessen und -anlagen. Diese umfassen beispielsweise die Struktur, den Aufbau und Zusammenhänge der Maschinen- und Sensorsysteme, Parameter zur Steuerung sowie Betriebsdaten wie Messwerte von Sensoren, Kennzahlen, Störereignissen oder den Bearbeitungsstand und die Qualität gefertigter Produkte.

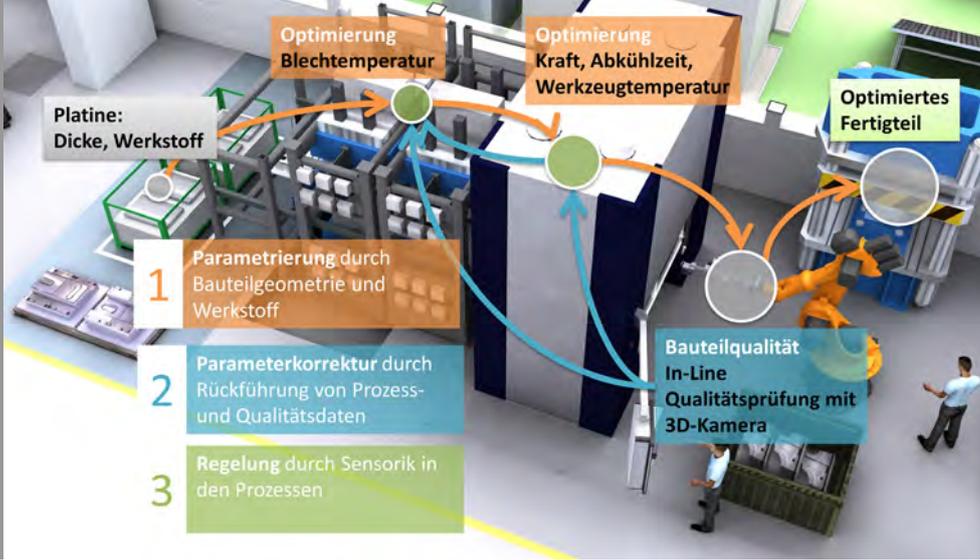
Im Mittelpunkt des Konzepts »Linked Factory« steht die Zusammenführung von statischen und selten veränderlichen Stamm- und Auftragsdaten, hochdynamischen Betriebsdaten sowie semi-strukturierten semantischen Daten in einer gemeinsamen Datenbasis (Data Lake). Dies ermöglicht eine Kombination aus Linked-Data-Technologien, REST-Schnittstellen und Standards zum Austausch von Maschinendaten wie OPC UA oder MTConnect.

Eine semantische Wissensbasis ergänzt bereits im Unternehmen vorhandene Systeme, um stark heterogen strukturierte Daten aufzunehmen, zu verwalten und über standardisierte Abfragesprachen zur Verfügung zu stellen. Dazu zählen unter anderem digitale Maschinen- und Prozessmodelle, Hinweise und Handlungsanweisungen zu manuellen Tätigkeiten in der Montage und Instandhaltung sowie Erfahrungs- und Merkmalsprofile von Personen.

Über eine kontextbezogene Verknüpfung von Informationen aus der Wissensbasis mit Maschinen- und Prozessdaten aus der Produktion in Echtzeit können Mitarbeiter beispielsweise durch rollen- und aufgabenbezogene interaktive Handlungsanweisungen Störungen schnell und zielgerichtet beseitigen. Welches Endgerät zur Mensch-Maschine-Interaktion benutzt wird, ist dabei unwichtig. Das gesamte Spektrum an mobiler Hardware ist denkbar – vom Laptop über das Tablet bis hin zum Smartphone.

Darüber hinaus erfüllt das Konzept »Linked Factory« durch den Einsatz semantischer Technologien die im Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0) definierten Anforderungen an die Struktur der Verwaltungsschale zur Beschreibung von Industrie-4.0-Komponenten. Dadurch können auch Bestandsanlagen aufgerüstet und um Industrie-4.0-Funktionen erweitert werden.

Um die Sicherheit Ihrer Daten in verteilten Produktionsumgebungen zu gewährleisten, werden zukunftsfähige Blockchain-Technologien eingesetzt.



# MASCHINELLES LERNEN IN DER PRODUKTION

Die zunehmende Digitalisierung in der Industrie und der fortwährende Wunsch nach einer Optimierung von Produktionsprozessen macht die Integration neuer Verfahren notwendig, die über Condition Monitoring und Offline-Prozessregelung zur Verbesserung der Bauteilqualität hinausgehen. Dies ist durch Maschinelle Lernverfahren möglich.

Gerade im Bereich Produktion bietet Maschinelles Lernen ein großes Potenzial zur Optimierung von Prozessen, denn Produktionssysteme generieren tagtäglich große Mengen an Daten, die nur noch in nutzbare Informationen umgewandelt werden müssen. Maschinelle Lernverfahren extrahieren aus großen Datenmengen wichtige Merkmale und komplexe Beziehungen. Sind Produktionsmaschinen befähigt, aus der Vergangenheit zu lernen, können mithilfe von Maschinellen Lernverfahren Vorhersagen getroffen werden, um Produktionsprozesse zu optimieren. Nicht selten erfordert jedoch der Einsatz von Maschinellern auch viel Zeit, Aufwand und insbesondere Expertise in statistischen Verfahren, aber auch problemspezifischen Sachverstand. Daten müssen vorverarbeitet, entsprechende Modelle ausgewählt, angestrebte Lösungen definiert und für die jeweilige Zielgruppe präsentiert werden. Weiterhin ist es wichtig, Annahmen, die Maschinellen Lernverfahren zugrunde liegen, kritisch zu hinterfragen und die Grenzen der statistischen Datenanalyse wahrzunehmen. Nur so kann sich der Einsatz von datengetriebenen Modellen in der Produktion weiterhin etablieren.

Maschinelle Lernverfahren finden in unserer Hauptabteilung bereits in der Qualitätsprognose von Bauteilen aus der Automobil- oder Hausgeräteindustrie ihren Einsatz. Darüber hinaus eignen sie sich ebenso zur intelligenten Steuerung von Prozessketten. Diese zeichnen sich durch eine Verknüpfung mehrerer Prozesse und somit eine erhöhte Komplexität aus. Das Blechwarmumformverfahren Presshärten ist ein Beispiel einer Prozesskette, die höchstfeste und eigenschaftsoptimierte Karosseriebauteile herstellt. Aufbauend auf umfangreichem Monitoring kann während des Presshärtevorgangs, basierend auf Maschinellen Lernverfahren, eine Vorhersage der zu erwartenden Bauteilqualität erfolgen. Ist diese außerhalb eines zulässigen Bereichs, können zur Verbesserung der finalen Bauteilqualität Rückschlüsse auf zu adjustierende Prozessparameter in noch folgenden Prozessschritten abgeleitet werden.

## Nutzeffekte

 Identifikation der Einflüsse von Prozessparametern auf die Bauteilqualität

 Ressourcen- und Materialeffizienz durch Verringerung von Ausschuss

 Produktivitätserhöhung

 Schnellere Identifikation von Ausschuss; Minimierung der Durchlaufzeit bei Gewährleistung der Bauteilqualität



---

# AUTOMATISIERUNG UND MONITORING

---

## Steuerungs- und Antriebstechnik

In der Automatisierung von Fertigungsprozessen werden elektrische und hydraulische Achsantriebe mit digitaler Lage- und Kraftregelung eingesetzt, um innovative Maschinenkonzepte wie beispielsweise Parallelkinematiken, Hydraulikziehkissen oder hybride Antriebssysteme zu realisieren. Neben der Antriebs- und Steuerungskonzeption zählen vor allem die Simulation, Programmierung, Implementierung und Inbetriebnahme neuer Steuerungs- und Regelungsalgorithmen zu unseren Kernkompetenzen. Zur Einführung neuer Technologien erweitern wir sowohl vorhandene Maschinenfunktionen industrieller SPS-, MC- und CNC-Steuerungen (z. B. Siemens, Rexroth, Andron, PA, Beckhoff, B&R) um neue NC-Kern- oder HMI-Applikationen oder lagern neue Funktionen in spezialisierte, dezentrale Steuerungen (Mikroprozessoren) aus.

## Prüftechnik

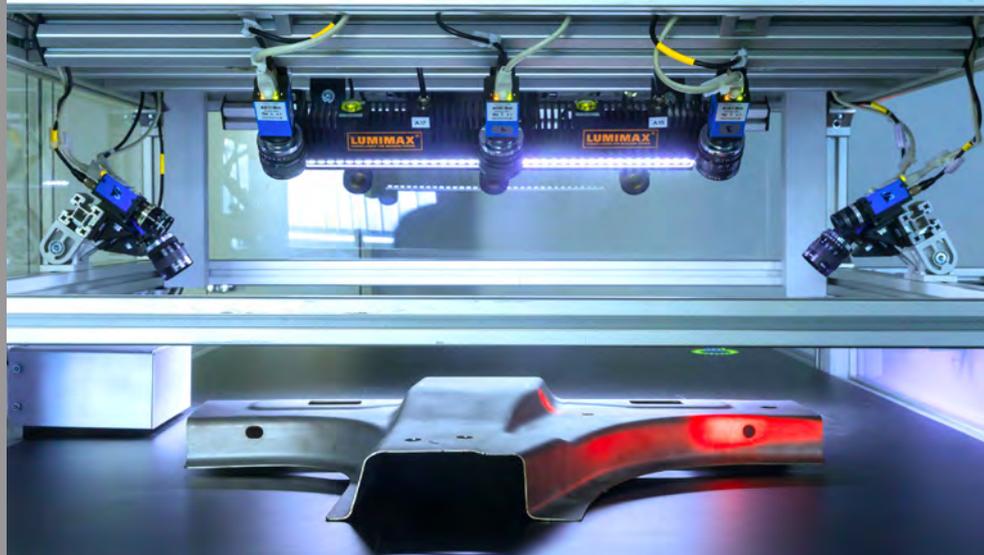
Eine Herausforderung bei der industriellen Inline-Qualitätsüberwachung besteht häufig darin, dass zu überwachende Bauteileigenschaften während der Produktion nicht oder nur teilweise zugänglich sind. Mit unserer langjährigen Erfahrung unterstützen wir bei der Auswahl der erforderlichen Sensorik, um eine kontinuierliche, abgesicherte Qualitätsüberwachung sicherstellen zu können. Dabei erhöhen wir durch den Einsatz von Lösungen zur Multi-Sensor-Verarbeitung (Sensorfusion) das Spektrum erkennbarer Defekte und steigern signifikant die Bewertungszuverlässigkeit. Die industrietaugliche Umsetzung von Prüfanlagen erfolgt unter Verwendung der von uns entwickelten Software Xeidana®.

## Messtechnik

Experimentelle Analysen von Maschinen und Produktionsanlagen tragen zur Ermittlung der statischen, dynamischen, thermischen und kinematischen Eigenschaften bei. Basierend darauf leiten wir Schlussfolgerungen für die Konstruktion, den Abgleich von Berechnungsmodellen und den Betrieb der Maschinen ab. Durch den Einsatz smarterer Sensorik und die Entwicklung intelligenter Auswertungsalgorithmen unterstützen wir sowohl die Kalibrierung von Maschinen als auch die lückenlose Prozessüberwachung zur Sicherstellung der geforderten Qualität produzierter Werkstücke.

## Condition Monitoring / Predictive Maintenance

Die Verfügbarkeit von Maschinen und Produktionsanlagen spielt eine entscheidende Rolle im Produktionsprozess. Um sie zu erhöhen, werden zunehmend Condition-Monitoring-Systeme genutzt, die auf Messdaten aus Steuerung und Antrieben sowie zusätzlicher Sensorik zugreifen. Durch den Einsatz unseres modularen Condition-Monitoring-Systems lassen sich wichtige Maschinenbaugruppen anhand von Messwerten überwachen, so dass bei Überschreitung von Grenzwerten rechtzeitig Alarmierungen versendet und geeignete Instandhaltungsmaßnahmen ergriffen werden können. Aufgabenorientiert entwickelte intelligente Algorithmen werden darüber hinaus zur Schadensidentifikation und perspektivisch zur Lebensdauerprognose genutzt. So können unvorhergesehene Ausfälle vermieden, Reparaturen planbar gemacht und letztendlich Kosten eingespart werden.



## XEIDANA® – EIN SYSTEM FÜR VIELE SENSOREN

### Nutzeffekte

 *Höchste Flexibilität durch  
anwenderspezifische  
Erweiterbarkeit*

 *100-Prozent-Prüfung  
möglich*

 *Schnellere Qualitätskontrolle*

Oft prüfen in einem Presswerk Mitarbeiter am Auslaufband per Sichtkontrolle, ob die Qualität des gepressten Bauteils stimmt. Für den Werker ist dies anstrengend und eine Qualitätsprüfung oft nicht zu 100 Prozent genau. Die Qualitätskontrolle kann mithilfe der Software Xeidana® wesentlich effizienter und präziser erfolgen.

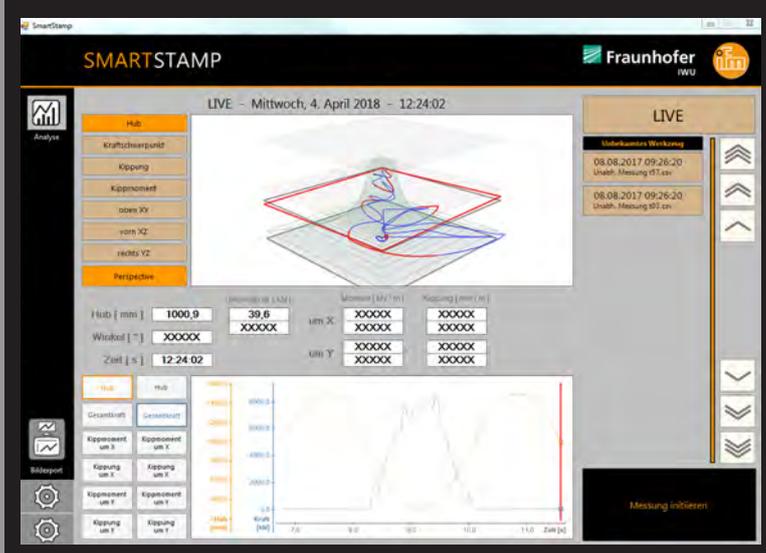
Das Programm wurde am Fraunhofer IWU entwickelt und kann eine Vielzahl von Prüf- und Messaufgaben in einem System zusammenführen und automatisiert auswerten. Grundlage dafür ist, dass verschiedenste Sensoren mit hoher Auflösung Längen, Durchmesser oder Volumina kontrollieren bzw. prüfen, ob Baugruppen vollständig sind, Oberflächenfehler erkennbar sind oder sogar innere Defekte auftreten. Bei diesen Vorgängen fließen große Datenmengen.

Xeidana® wurde speziell für diese Anforderungen entwickelt. Die Software erfasst und analysiert beispielsweise Infrarotaufnahmen und optische Live-Videos gemeinsam mit Informationen von Ultraschallsystemen. Die Daten können sowohl live ausgewertet als auch für spätere Analysen archiviert werden. Das Programm funktioniert am besten mit Computersystemen, die über Prozessoren mit mehreren Kernen verfügen. So wird die erforderliche Rechenleistung erreicht.

Ein weiteres Merkmal von Xeidana® ist das ausbaufähige Programmgerüst, der sogenannte Framework. Damit ist der Anwender in der Lage, der Software eigenständig leistungsfähige Erweiterungen hinzuzufügen. So wird der Zugriff auf eine Vielzahl an Hardwarekomponenten möglich. Hier kommt erneut der menschliche Qualitätsprüfer ins Spiel. Messergebnisse werden ihm durch den flexiblen Framework beispielsweise auf einem Tablet oder einer Datenbrille zur Verfügung gestellt. Die mühsame Sichtkontrolle am Pressenausgang kann somit entfallen. Fehler lassen sich zudem schneller zu 100 Prozent erkennen.



Ein Produkt des Fraunhofer IWU



# SMART STAMP – CONDITION MONITORING FÜR UMFORMMASCHINEN

Im Maschinen- und Anlagenbau gewinnt die Instandhaltung immer mehr an Bedeutung, da unter anderem die Zuverlässigkeit des Produktionssystems wettbewerbsentscheidend ist. Daher müssen Instandhaltungsprozesse zu einer Erhöhung der Verfügbarkeit und Nutzungsdauer des Produktionssystems führen und gleichberechtigt in Unternehmensprozesse integriert werden.

Eine zustandsabhängige Instandhaltung verfolgt das Ziel, Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten geplant und nur bei Erfordernis durchzuführen. Damit lassen sich überraschende Produktionsausfälle vermeiden; erforderliche Ersatzteile können rechtzeitig und gezielt beschafft werden.

Kommt es beispielsweise an Pressenstraßen zu einem Schaden an kritischen Komponenten wie Hauptantrieb, Ziehkissenhydraulik oder dem Pressentferner, führt dies zu einem Stillstand der Umformpresse und verursacht hohe Kosten durch Reparatur und Produktionsausfall. Zur Vermeidung dieser ungeplanten Stillstände werden zunehmend Condition-Monitoring-(CM)-Systeme eingesetzt. Diese nutzen Sensor- bzw. Messsignale aus Steuerung und Antrieben zur Schadensprognose. Smart Stamp ist Teil eines solchen CM-Systems für Umformpressen und dient zur Überwachung des Pressenhauptantriebs hinsichtlich der Einhaltung von zulässigen Werten bei Presskraft, Kippmomenten und Stößelkippung.

Moderne Pressenantriebe basieren heute im Wesentlichen auf servoelektrischen Antrieben. Mehrere Torquemotoren mit Exzenterkurbelgetriebe erzeugen die Bewegung des Stößels entlang der Führungen. Die Kraftübertragung erfolgt durch mehrere Antriebs-Druckpunkte auf den Stößel. Die ungleichmäßige Verteilung der Prozesskräfte im Umformwerkzeug ist hubabhängig, führt zu Kippmomenten auf den Stößel und erzeugt eine Stößelkippung.

Smart Stamp erfasst und visualisiert diese physikalischen Größen. Damit kann eine Überlastung der Umformpresse vermieden werden. Umformwerkzeuge, die die Presse unzulässig belasten und damit einen erhöhten Verschleiß hervorrufen, können identifiziert werden. Smart Stamp ist gleichzeitig ein »Fingerprint« des Umformprozesses für das spezifische Umformwerkzeug auf dieser definierten Presse. Veränderungen bei den Presseneinstellungen bzw. Verschleiß am Umformwerkzeug können als Trend erkannt werden.

## Nutzeffekte

€ Modularer Aufbau und  
problemlose Erweiterung

↔ Maschine und CM-System  
arbeiten unabhängig von-  
einander

↔ Einsatz an unterschied-  
lichen Maschinentypen  
möglich

⌘ Leicht an vorhandenen  
Maschinen nachrüstbar



---

# MEHRWERT MENSCH

---

## **Arbeitsplatzgestaltung**

Trotz des zunehmenden Einsatzes von automatisierten Maschinen wird der Mensch auch zukünftig ein integraler Bestandteil der Produktion bleiben. Unter dieser Prämisse erforschen wir innovative Ansätze zur Gestaltung manueller bzw. teilautomatisierter Arbeitsplätze und -prozesse. Bereits in der Planungsphase nutzen wir dazu Methoden und Software, wie etwa den Editor menschlicher Arbeit (ema), um ergonomische, wirtschaftliche und menschengerechte Arbeitsbedingungen vorausdenken. In unsere Lösungen integrieren wir intuitive, beherrschbare IT-Lösungen zur optimalen Informationsversorgung der Beschäftigten in der Produktion. Unser interdisziplinäres Team, die zertifizierte Ausbildung unserer Experten in MTM und REFA sowie unser Einblick in unterschiedlichste Unternehmen erlauben es uns, progressive Ideen für unsere Kunden zu kreieren und zur Anwendungsreife zu führen.

## **Prozessorganisation**

Klare Strukturen und Prozessorientierung zeichnen erfolgreiche Managementsysteme aus. Sie ermöglichen es Unternehmen, ihre Fähigkeiten hinsichtlich Qualität, Umwelteinfluss, Energieverbrauch etc. zu plausibilisieren und kontinuierlich zu steigern. Mit fundiertem methodischen Wissen unterstützen wir unsere Kunden bei der Analyse, Konzeptentwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur optimalen Mitarbeitereinbindung unter Beachtung aktueller Standards.

## **Kapazitäts- und Auftragsplanung**

Eine passende Dimensionierung der Fertigungskapazitäten und Steuerung der Aufträge sind unerlässlich für den erfolgreichen Produktionsbetrieb. Aufbauend auf breitem Erfahrungswissen gestalten wir mit und für unsere Kunden individualisierte Planungslösungen für die räumliche Struktur von Fabriken und die Organisation der darin stattfindenden Abläufe. Dabei setzen wir auf etablierte Methoden der Fabrikplanung, des Lean Managements sowie der Produktionsplanung und -steuerung.

## **Produktionsassistenz**

Neben der Datenauswertung und der Generierung von produktionsrelevanten Informationen gewinnt vor allem die Informationsaufbereitung und -bereitstellung an Bedeutung. Kontextbasierte Konzepte stellen sicher, dass die Mitarbeiter alle zur Aufgabenerfüllung erforderlichen Informationen erhalten. Sowohl bei der Datenauswertung als auch bei der Informationsbereitstellung ist zu beachten, dass Wissen zum betrachteten Prozess erforderlich ist. Damit ist und bleibt es unumgänglich, den Menschen aktiv als kreativen Problemlöser einzubinden und seine natürlichen Kompetenzen wie Intelligenz und Flexibilität adäquat zu berücksichtigen. Dabei setzen wir auf modernste Webtechnologien und plattformunabhängige Lösungen, die sich optimal in bestehende Unternehmensnetzwerke integrieren lassen.

---

# REFERENZEN UND LEISTUNGEN

---

## REFERENZEN

### SynErgie



In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundforschungsvorhaben SynErgie werden Lösungen erarbeitet, die energieintensive Schlüsselproduktionsprozesse dazu befähigen, mit dem immer volatileren Energieangebot operieren zu können. Mithilfe moderner Ansätze der Informations- und Kommunikationstechnik soll die Energieverteilung zwischen Industrieprozessen verschiedener Branchen geregelt werden, um so das schwankende Angebot erneuerbarer Energien zu berücksichtigen.

[www.kopernikus-projekte.de/synergie](http://www.kopernikus-projekte.de/synergie)

### REEMAIN



Im Projekt REEMAIN forschte ein europäisches Partnernetzwerk, gefördert durch die Europäische Kommission, an umsetzungsfähigen Lösungen für einen energieeffizienten Fabrikbetrieb. Dabei entstanden innovative Lösungen und Demonstratoren zum Einsatz erneuerbarer Energien in der Produktion. Das Fraunhofer IWU entwickelte ergänzend dazu Tools und Methoden, mit denen sich Energieeffizienzpotenziale in Unternehmen identifizieren, quantifizieren, virtuell absichern und umsetzen lassen.

[www.reemain.eu](http://www.reemain.eu)

### WindNode



Im Projekt WindNode erfolgt die Entwicklung übertrag- und skalierbarer sowie industrietauglicher Lösungen für die Synchronisierung von Energieerzeugern und industriellen Lasten. Zur Anwendung dieser Teillösungen erfolgt die Umsetzung eines softwarebasierten Energiemanagementsystems zur Synchronisation von Energieangebot und -bedarf als flexibel anpass- und erweiterbare Hard- und Softwarelösung. Die E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion am Fraunhofer IWU zeigt Lösungen der industriellen Produktion zur Unterstützung der Energiewende. Schwerpunkte sind die direkte Nutzung erneuerbarer Energien, ein aktives Energie-/ Lastmanagement und der Einsatz von Energiespeichern in der Produktion.

[www.windnode.de](http://www.windnode.de)

### Leichtbauatlas



Deutschland ist in der Produktion und bei Produktionstechniken innovativer Werkstoffe weltweit führend. Um dieses Potenzial sichtbar zu machen, konzipierte und entwickelte das Fraunhofer IWU den Leichtbauatlas als innovatives System zur Kompetenzrecherche. Über das interaktive Portal können Organisationen ihre Verfahren und Aktivitäten präsentieren und Unternehmen und Forschungseinrichtungen nach maßgeschneiderten Leichtbaukompetenzen in der Region suchen. Damit wird eine Vernetzung der Unternehmen und Forschungseinrichtungen unterstützt.

[www.leichtbauatlas.de](http://www.leichtbauatlas.de)

CyProAssist

**CyProAssist**

Das Vorhaben hat die Umsetzung eines modularen Fertigungsassistenzsystems »FriendlyImprover« zur Datenaufnahme, -analyse und -interaktion zum Ziel. Dafür wird ein offenes Architektur- und Schnittstellenkonzept zur Integration von Modulen verschiedener Lösungsanbieter entwickelt. Auf dieser Basis kann das Assistenzsystem notwendige Daten und Funktionen aus ERP-, SCADA- oder MES-Lösungen in einer adaptiven Bedienoberfläche für eine neuartige Mensch-Maschine-Interaktion auf stationären und mobilen Endgeräten bereitstellen. Es entsteht ein Systembaukasten, der die Umsetzung neuer Assistenzlösungen stark vereinfacht und durch sein offenes Schnittstellenkonzept die Übertragbarkeit auf verschiedene Anwendungsfälle und Branchen sicherstellt.  
[www.cyproassist.de](http://www.cyproassist.de)

SmARPro

**SmARPro**  
SmARt Assistance  
for Humans in  
Production Systems

In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundforschungsvorhaben wurden Augmented-Reality-basierte mobile Assistenzsysteme für den Aufbau und Betrieb intelligenter Produktions- und Logistiksysteme entwickelt. Mit diesen lässt sich die Einbindung von Mitarbeitern als intelligente Problemlöser in die Fertigung verbessern. Dazu wurden unter anderem am Fraunhofer IWU Demonstratoren für die entwickelten Lösungen aufgebaut.  
[www.smarpro.de](http://www.smarpro.de)

## LEISTUNGSANGEBOT

Wir bieten vielfältige Formate für die Zusammenarbeit an:

- Auftragsforschung – direkt und exklusiv
- Engineering-Dienstleistungen
- Verbund-/Vorlauforschung – vorwettbewerblich, gefördert
- Beratung, Studien und Workshops

Unsere Kompetenzen finden sich in diesen Themen wieder:

### Abteilung Ressourceneffiziente Fabrik

- Materialflusssimulation und Wertstromanalysen
- Logistik-/Fertigungs-/Montagesystemplanung
- Energieflexible und ressourceneffiziente Produktion
- Gestaltung energieeffizienter Prozesse und Entwicklung von Energieversorgungskonzepten
- Ergonomie- und Zeitwirtschaftsstudien (MTM, REFA)

### Abteilung Digitalisierung in der Produktion

- Digitale Modelle und Daten
- Data Science
- Virtual und Augmented Reality
- Mensch-Maschine-Interaktion und Assistenz
- Softwareentwicklung

### Abteilung Automatisierung und Monitoring

- Entwicklung von Steuerungs- und Antriebskonzepten
- Entwicklung von Inline-Prüfsystemen
- Eigenschaftsanalysen für Produktionsmaschinen
- Condition-Monitoring-Systeme
- Entwicklung von Assistenzsystemen für Produktionsmaschinen (z. B. Software Smart Condition Monitoring)
- Softwareentwicklung von Postprozessoren (CAM) für NC-Steuerungen

**Herausgeber**

Fraunhofer-Institut für  
Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU  
Reichenhainer Straße 88  
09126 Chemnitz

Telefon +49 371 5397-0  
Fax +49 371 5397-1404  
info@iwu.fraunhofer.de  
www.iwu.fraunhofer.de

**Institutsleiter**

**Wissenschaftsbereich Werkzeugmaschinen,  
Produktionssysteme und Zerspanungstechnik**  
Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz  
matthias.putz@iwu.fraunhofer.de

**Hauptabteilung Smarte Fabrik –  
Digitalisierung und Automatisierung**

Dr.-Ing. Dipl.-Inf. Tino Langer  
Telefon +49 371 5397-1113  
tino.langer@iwu.fraunhofer.de

**Abteilung Ressourceneffiziente Fabrik**

Dr.-Ing. Andreas Schlegel  
Telefon +49 371 5397-1177  
andreas.schlegel@iwu.fraunhofer.de

**Abteilung Digitalisierung in der Produktion**

Dipl.-Inf. Ken Wenzel  
Telefon +49 371 5397-1363  
ken.wenzel@iwu.fraunhofer.de

**Abteilung Automatisierung und Monitoring**

Dipl.-Ing. Michael Hoffmann  
Telefon +49 371 5397-1108  
michael.hoffmann@iwu.fraunhofer.de

**Bildnachweis**

Titel, Seite 16: photothek.com  
Seite 4: Art-Kon-Tor  
Seite 8: Tobias Phieler, www.lichtzelt.com  
Seite 12, 14: ronaldbonss.com  
Alle übrigen Abbildungen: Fraunhofer IWU

© Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen  
und Umformtechnik IWU 2018