



# *Erfolgreich Digital Vernetzen*

auf dem Shopfloor im Werkzeugbau

2016

Wolfgang Boos  
Michael Salmen  
Tobias Hensen  
Jan Wiese  
Johan de Lange  
David Goertz





## WBA Aachener Werkzeugbau Akademie

Die WBA Aachener Werkzeugbau Akademie erarbeitet in einem Netzwerk aus führenden Unternehmen des Werkzeugbaus branchenspezifische Lösungen für die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit der Branche Werkzeugbau. Im Mittelpunkt der Aktivitäten stehen die Schwerpunkte Industrierberatung, Weiterbildung, Branchenlösungen sowie Forschung und Entwicklung. Durch einen eigenen Demonstrationswerkzeugbau hat die WBA die Möglichkeit, innovative Lösungsansätze in einer Laborumgebung zu pilotieren und schnell für ihre Partnerunternehmen zugänglich zu machen. Zusätzlich werden Schwerpunktthemen in aktuellen Studien vertieft. Diese geben Auskunft über Trends und Entwicklungen vom Markt und Wettbewerb.



## Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

Das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen steht mit seinen 900 Mitarbeitern weltweit als Synonym für erfolgreiche und zukunftsweisende Forschung und Innovation auf dem Gebiet der Produktionstechnik. In vier Forschungsbereichen werden sowohl grundlagenbezogene als auch an den Erfordernissen der Industrie ausgerichtete Forschungsvorhaben durchgeführt. Darüber hinaus werden praxisgerechte Lösungen zur Optimierung der Produktion erarbeitet. Das WZL deckt mit den vier Lehrstühlen Fertigungstechnik, Werkzeugmaschinen, Messtechnik und Qualität sowie Produktionssystematik sämtliche Teilgebiete der Produktionstechnik ab.

## Impressum

Erfolgreich Digital Vernetzen auf dem Shopfloor im Werkzeugbau

Copyright © 2016

Autoren: Dr. Wolfgang Boos, Dr. Michael Salmen, Tobias Hensen, Jan Wiese, Johan de Lange, David Goertz  
Gestaltung: Janina Schmitz

ISBN: 978-3-946612-02-5

Druck: printclub

1. Edition

WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH  
Karl-Friedrich-Straße 60  
D-52072 Aachen

[www.werkzeugbau-akademie.de](http://www.werkzeugbau-akademie.de)

Werkzeugmaschinenlabor WZL  
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen  
Steinbachstraße 19  
D-52074 Aachen

[www.wzl.rwth-aachen.de](http://www.wzl.rwth-aachen.de)

# *Erfolgreich Digital Vernetzen*

auf dem Shopfloor im Werkzeugbau

2016

Wolfgang Boos  
Michael Salmen  
Tobias Hensen  
Jan Wiese  
Johan de Lange  
David Goertz



## Spotlight



Der Werkzeugbau steht vor weitreichenden Veränderungen. Die vierte industrielle Revolution verspricht einen sprunghaften Anstieg der Produktivität auf Basis vernetzter Produktionsmittel. Die Grundlage dafür stellt die Nutzung vernetzter digitaler Hilfsmittel auf dem Shopfloor dar. Die systemübergreifende Nutzung von Daten bietet auch im Werkzeugbau die Chance der Verbesserung der Transparenz und Erhöhung der Effizienz durch eine optimierte Auslastung und Nutzung vorhandener Ressourcen. Lerneffekte versprechen zudem eine verbesserte Beherrschung der im Werkzeugbau stetig steigenden Komplexität. Die vorliegende Studie gibt einen Überblick über den Status quo der digitalen Vernetzung auf dem Shopfloor im Werkzeugbau und zeigt Handlungsoptionen sowie konkrete Lösungen auf.

29.139 €

... werden pro Jahr in  
Werkzeugbaubetrieben  
durchschnittlich in  
Maßnahmen zur  
digitalen Vernetzung  
investiert

31%

... der Werkzeugbaube-  
triebe beschäftigen  
sich aktiv mit der  
Umsetzung der  
digitalen Vernetzung

1,6

... unternehmensspezi-  
fische mobile Applika-  
tionen (Apps) werden  
durchschnittlich im  
Werkzeugbau genutzt

3

... Tablet-Computer  
sind durchschnittlich  
pro 100 Mitarbeiter im  
Werkzeugbau  
vorhanden



# Ausgangssituation

---

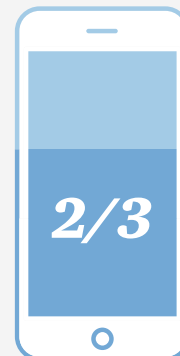
Das Smartphone, das die Welt veränderte: Mit der Markteinführung des iPhones im Jahr 2007 wurde der Weg für die digitale Vernetzung des Privatlebens geebnet. Heute ist es selbstverständlich, jederzeit und an jedem Ort mit Freunden und Geschäftspartnern kommunizieren zu können, Zugang zu aktuellen Nachrichten und Informationen zu haben oder seine Lieblingsmusik zu streamen. Im Jahr 2015 nutzten fast zwei Drittel aller Bürger der Bundesrepublik Deutschland ein Smartphone, 5 Jahre zuvor waren es nur knapp 10 %. Die Nutzung digitaler Technologien ist heute allerdings bei weitem nicht nur auf das Smartphone beschränkt. In den Haushalten ziehen beispielsweise unter der Bezeichnung Smart Home digital vernetzte und fernsteuerbare Geräte und Installationen ein, die den Menschen eine Erhöhung ihrer Lebensqualität bieten und gleichzeitig das steigende Bedürfnis nach Sicherheit und ökologischer Verträglichkeit bedienen.

Doch nicht nur das Privatleben profitiert vom steigenden Grad der digitalen Vernetzung. Auch die Industrie hat erkannt, dass moderne Informations- und Kommunikationstechnologien genutzt werden können, um Zielgrößen wie Kosten, Qualität und Zeit explizit zu adressieren. Ein Beispiel dafür ist die Logistikbranche: Zeit ist dort eine besonders kritische Größe. Um die Produktivität zu steigern und den Einfluss von Störgrößen zu verringern, wurde daher in dieser Branche schon früh begonnen, modernste Informations- und Kommunikationstechnologien in die Arbeitsabläufe zu integrieren.

2002 wurde im Hamburger Hafen das Container Terminal Altenwerder (CTA) eröffnet. Sein Markenzeichen ist die hochgradige Automatisierung in Verbindung mit einem klaren Layout, in dem ein komplexes IT-System die Steuerung beinahe des gesamten Logistikprozesses übernimmt. 95 vollautonom fahrende elektrische Transportwagen werden mit ihren bis zu 70t schweren Lasten von 19.000 Transpondern im Boden automatisch zu ihrem Ziel geleitet. Die Fahr-

zeuge planen ihre Ladezyklen selbstständig unter Berücksichtigung der über den Tag schwankenden Strompreise. Zusätzlich steuern 300 Sensoren an Kreuzungen, Straßen und Brücken den Verkehrsfluss in der Verladezone und eine mehrsprachige mobile App ermöglicht den Fernfahrern Echtzeit-Zugriff auf Verkehrsinformationen sowie die Reservierung freier Parkplätze. So gelingt ein besonders effizientes Löschen und Laden von großen Containerschiffen. Dieses System zeigt durch den dauerhaften Informationszugriff an jedem beliebigen Ort, gepaart mit der benutzerfreundlichen Bedienung, die enormen Potenziale der digitalen Vernetzung. Um die sich ergebenden Potenziale zu nutzen und gegenüber Wettbewerbern konkurrenzfähig zu bleiben, ist es auch für Unternehmen anderer Branchen von besonderer Bedeutung, sich frühzeitig mit den Tätigkeitsfeldern der digitalen Vernetzung zu beschäftigen. Dazu müssen die Auswirkungen auf das eigene Angebotspektrum untersucht und die Möglichkeiten für die eigenen Prozesse abgeleitet werden. Parallel zu den Potenzialen der digitalen Vernetzung ist es jedoch für die Unternehmen gleichzeitig wichtig, sich mit den damit einhergehenden Herausforderungen zu beschäftigen.

Das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und die WBA Aachener Werkzeugbau Akademie beschäftigen sich bereits seit mehreren Jahren mit dem Thema der digitalen Vernetzung, sowohl in der Serienproduktion als auch in der Unikatfertigung. Das WZL hat mit zahlreichen Veröffentlichungen, Studien, Forschungsprojekten und -ergebnissen sowie Dissertationen zum Voranschreiten der digitalen Vernetzung in der Industrie beigetragen. Dieses Wissen konnte verwendet werden, um die für den Werkzeugbau relevanten Potenziale zu identifizieren. Die vorliegende Studie zeigt Handlungsempfehlungen auf, mit denen Werkzeugbaubetriebe die Gestaltung ihres Shopfloors entsprechend aktueller Innovationen der digitalen Vernetzung umsetzen können.



**aller Bundesbürger  
nutzten 2015 ein  
Smartphone**

**VERNETZUNG**

**Industrie 4.0**

**Netzwerke**

**APP**

**Shopfloor**

**PLATTFORM**

**EXTRANET**

**INTELLIGENT**

**TABLET**

**TEAMWORK**

**Unternehmensportal**

**Werkzeugbau**

**Werkzeug**

**Datenintegration**

**Cloud**

**Internet**

**Arbeitsplatz**

**Tracking**

**Prozesse**

**Flexibilität**

**ECHTZEITDATEN**

**IT**

**IKT**

**Systeme**

**Automatisierung**

**AUGMENTED REALITY**

**CYBER-PHYSISCHE SYSTEME**

**Wiki**

**Mining**

**Smartphone**

**Intranet**

**WEB-APPLIKATIONEN**

**Informationen**

**mobil**

**Maschine**

**digital**

**digital**

**Big data**

**ZUSAMMENARBEIT**

**Transformation**

**Workflows**

**Sensorik**

**Digitisierung**

**Werkzeug**

**Zukunft**

**Industrie**

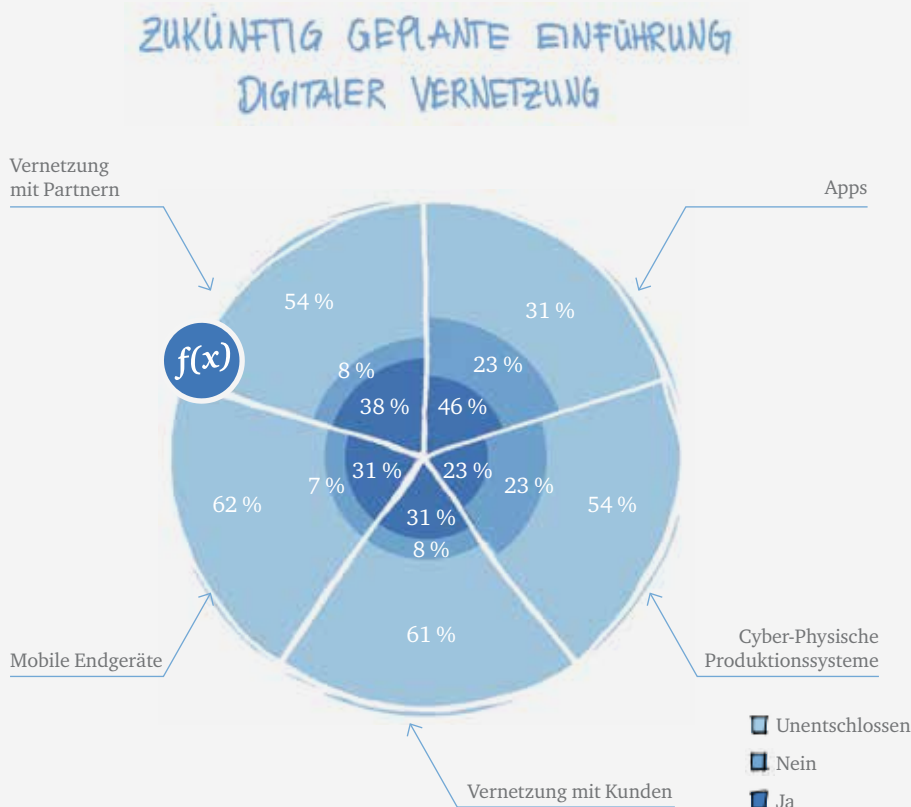
**Smart**



# Potenziale der digitalen Vernetzung im Werkzeugbau

Im allgemeinen Sinne versteht man unter dem Begriff der Digitalisierung die Erfassung, Aufbereitung und Speicherung von Daten. Digitale Daten werden auch im Produktionsumfeld bereits heute umfassend verwendet, wie beispielweise in Fräsmaschinen mit digitaler Steuerung oder Shopfloorboards mit Touchscreens. Große Potenziale eröffnen sich aber insbesondere, sobald eine digitale Vernetzung von Produkten, Maschinen, Menschen und Prozessen stattfindet und damit eine systemübergreifende Nutzung von Daten realisiert wird. Diese systemübergreifende Nutzung von Daten ermöglicht es, die Transparenz zu erhöhen, die Auslastung zu steigern und gleichermaßen Fehler zu vermeiden. Dies führt dazu, dass Werkzeugbaubetriebe die stetig steigende Komplexität auf dem Shopfloor besser beherrschen und die Effizienz steigern können.

Aktuell hat der Werkzeugbau die Möglichkeiten, die mit der digitalen Vernetzung und dem Einsatz von IKT einhergehen, zwar erkannt, aber lediglich eine kleine Anzahl der Werkzeugbaubetriebe versucht bislang, diese auch systematisch und umfassend zu nutzen. Umfragen der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie bestätigen diese Trägheit und Skepsis des deutschen Werkzeugbaus bezüglich der Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen. So wurden Werkzeugbaubetriebe in einer Umfrage der WBA gefragt, welche Technologietrends sie zukünftig adressieren wollen. Dabei wurde bestätigt, dass die Werkzeugbaubetriebe insbesondere die Vernetzung mit Kunden und Partnern, den Einsatz mobiler Endgeräte, die Echtzeitdatenverfügbarkeit, die Informationssicherheit und die Fähigkeit zur dynamischen Planung auf Basis einer Echtzeitdatennutzung als die wichtigsten Trends identifizieren und





**31 %**

**der Werkzeugbaubetriebe arbeiten aktiv an der Umsetzung von digitalen Lösungen**

diesen gleichermaßen ein hohes Potenzial zuweisen. Jedoch plant lediglich ein deutlich geringerer Anteil derselben befragten Werkzeugbaubetriebe eine entsprechende zukünftige Einführung und Umsetzung dieser Technologietrends. Eine weitere Umfrage der WBA belegt, dass aktuell nur 31 % aller Werkzeugbaubetriebe aktiv an der Umsetzung von digitalen Lösungen in der Praxis arbeiten. 38 % der Werkzeugbaubetriebe betreiben eine aktive Beschaffung von Informationen bezüglich der Digitalisierung und 68 % eine passive Beschaffung von entsprechenden Informationen (Mehrfachnennungen möglich).

Darüber hinaus kann konstatiert werden, dass die technologische Ausstattung von Werkzeugbaubetrieben nicht auf dem aktuellen Stand der Technik ist. So werden im Werkzeugbau im Bereich der Hardware hauptsächlich Desktop-Computer, View-Workstations sowie Laptops verwendet. Tablet-Computer werden hingegen nur sehr vereinzelt eingesetzt. Ferner setzen Werkzeugbaubetriebe Software und IT-Systeme unterschiedlich intensiv ein. Die rechnerunterstützte Fertigung (CAM) sowie die rechnerunterstützte Konstruktion (CAD) kommen in allen Werkzeugbaubetrieben zum Einsatz. Mehr als zwei Drittel der Unternehmen nutzen PPS- und ERP-Systeme zur Produktions- und Ressourcenplanung. Weiterhin verwenden ungefähr die Hälfte aller Werkzeugbaubetriebe IT-Lösungen zum Produkt-Lifecycle-Management (PLM). Auch Betriebsdatenerfassungssysteme (BDE) werden von der Hälfte aller Werkzeugbaubetriebe genutzt. Somit kann das Fazit gezogen werden, dass die Mehrheit der Werkzeugbaubetriebe grundlegende Systeme bereits implementiert hat. Jedoch sind die verwendeten Software-Systeme oftmals nicht so vernetzt, dass vorhandene Daten systemübergreifend genutzt werden können.

Aktuell begegnet der Werkzeugbau vier wesentlichen Herausforderungen. Zunächst fordern verkürzte Produktlebenszyklen eine zunehmende Integration des Werkzeugbaus in den Produktentwicklungsprozess und

eine zuverlässig schnelle Werkzeugbereitstellung. In Verbindung mit dem Trend zur Individualisierung ergibt sich so die Herausforderung einer stark erhöhten Komplexität für den Werkzeugbau. Allgemeine gesellschaftliche Entwicklungen sorgen darüber hinaus für weiteren Zwang zur Anpassung. So betrifft der demografische Wandel auch die Mitarbeiterschaft deutscher Werkzeugbaubetriebe, deren durchschnittliche Ausbildungsquote in den letzten 10 Jahren um insgesamt 6,8 Prozentpunkte auf 8,9 % (2015) erheblich gesunken ist. Es wird immer schwerer, junge Mitarbeiter für den Werkzeugbau zu begeistern und diese zielgerichtet zu qualifizieren. Das Kompensieren des drohenden Wissensverlusts, der sich durch das Ausscheiden älterer und erfahrener Mitarbeiter und den Nachwuchsmangel ergibt, stellt somit eine zweite entscheidende Herausforderung dar. Eine dritte Herausforderung ergibt sich daraus, dass auch das Führen und Motivieren junger Mitarbeiter einem Wandel ausgesetzt ist. Die sogenannte „Generation Y“ der 1980 bis 1999 Geborenen hat deutlich veränderte Ansprüche in Bezug auf Arbeitsinhalte, Arbeitsumfeld und Arbeitgeber. Diese Ansprüche, zu denen insbesondere auch der Wunsch nach Verantwortung und Abwechslung gehört, muss der Werkzeugbau erfüllen, um weiterhin qualifizierte und motivierte Mitarbeiter anziehen und halten zu können. Eine weitere, entscheidende Herausforderung ergibt sich durch den Trend der Globalisierung, der die internationale Interaktion und Kooperation von Wirtschaftssubjekten sowie das Zusammenwachsen von Märkten mit sich bringt. Neue Marktteilnehmer besonders aus asiatischen und osteuropäischen Ländern sind aufgrund geringerer Faktorkosten in der Lage, deutlich kostengünstiger zu produzieren und schaffen auf diese Weise einen zunehmenden Kostendruck.

Die beschriebenen allgemeinen Herausforderungen für den Werkzeugbau haben große Auswirkungen auf den Ort der Leistungserstellung, den Shopfloor. Nach wie vor ist mit 77% die große Mehrheit der Beschäftigten eines Werkzeugbaubetriebes in der Fertigung tätig. Daher wirken sich die

aufgeführten gesellschaftlichen Trends der Überalterung und des damit verbundenen drohenden Wissensverlusts sowie des sich wandelnden Anspruchs an Arbeit besonders auch auf den Shopfloor aus. Der Druck zur zuverlässig schnellen Werkzeugbereitstellung wird ebenfalls direkt an die Fertigung weitergegeben, bei der die hohe Komplexität eine verlässliche und planbare Abwicklung erschwert. Aktuell ist der Shopfloor durch eine mangelnde Informationsverfügbarkeit und eine unzureichende Informationsdarstellung charakterisiert. So hat eine weitere Studie ergeben, dass sich nahezu alle der in der Fertigung tätigen Mitarbeiter eine Echtzeitverfügbarkeit von Daten und Informationen auf dem Shopfloor wünschen. Zusätzlich besteht der Wunsch, insbesondere über aktuelle Neuigkeiten zum Unternehmen, der Zugehörigkeit eines Bauteils zu seinem Werkzeug, den aktuellen Terminstatus der Projekte sowie den Arbeitsumfang auf Wochenbasis informiert zu werden.

Eine umfassende digitale Vernetzung des Shopfloors kann dazu beitragen, die zentralen Herausforderungen von Werk-

zeugbaubetrieben zu bewältigen. Grundvoraussetzung für eine digitale Vernetzung ist das Schaffen von Transparenz durch die echtzeitnahe Aufnahme und Analyse von relevanten Daten und Informationen, um damit eine Beherrschung der Komplexität sowie Erhöhung der Effizienz zu erreichen. Den Herausforderungen der zunehmend komplexeren und unter verschärftem Zeit- und Kostendruck stehenden Werkzeugerstellung kann durch eine digital unterstützte Auftragsabwicklung begegnet werden. Der drohende Wissensverlust erfordert ein digitales Wissensmanagement, welches die Kompetenzen von älteren Mitarbeitern an die nächste Generation anwendungsgerecht weitergeben kann. Darüber hinaus kann durch die Nutzung von modernen digitalen Medien auf dem Shopfloor die Generation Y zielgerichtet motiviert und geführt werden. Die drei entscheidenden Handlungsfelder zur umfassenden digitalen Vernetzung des Shopfloors im Werkzeugbau sind somit die Auftragsabwicklung, Mitarbeiterführung sowie Wissen & Lernen. Im Folgenden werden die Handlungsfelder näher beschrieben sowie konkrete Lösungen zur Adressierung jedes dieser Handlungsfelder vorgestellt.



**77 %**

**der Mitarbeiter des  
Werkzeugbaus sind  
auf dem Shopfloor  
beschäftigt**

## ANWENDUNGSBEREICHE DIGITALER VERNETZUNG AUF DEM SHOPFLOOR





# Auftragsabwicklung

Die Auftragsabwicklung beschreibt sämtliche Tätigkeiten zur Erfüllung von Kundenaufträgen und ist somit Kern einer jeden Unternehmung. Sie umfasst alle Aktivitäten von der Abwicklung einer Kundenanfrage über die Annahme einer Bestellung sowie die Konstruktion, Produktion und den Try-out bis hin zur Auslieferung des fertigen Werkzeugs. Demnach handelt es sich hierbei um einen ganzheitlichen Prozess, der alle Komponenten der Leistungserstellung beinhaltet. Eine effiziente Auftragsabwicklung beeinflusst maßgeblich die für den Kunden relevanten Differenzierungsmerkmale eines Werkzeugbaubetriebs: Termintreue und Durchlaufzeit. Aktuell werden laut dem Wettbewerb Excellence in Production zum Werkzeugbau des Jahres rund 24 % der Aufträge von Werkzeugbaubetrieben erst nach dem vereinbarten Termin fertiggestellt.

Siehe Studie > Tooling in Germany

Vor dem Hintergrund der aktuellen Herausforderungen des Werkzeugbaus muss der Prozess der Auftragsabwicklung in den Fokus der digitalen Vernetzung

gestellt werden. Insbesondere die direkten wertschöpfenden Tätigkeiten, welche in der Fertigung und Montage üblicherweise auf dem Shopfloor erbracht werden, können durch eine digitale Vernetzung erheblich optimiert werden. Die Schaffung einer durchgängigen Transparenz über die gesamte Wertschöpfungskette und das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk bietet vielfältige Möglichkeiten, Prozesse zu vereinfachen sowie effizienter und reibungsloser zu gestalten.

Im Folgenden werden drei beispielhafte Lösungen zur digitalen Vernetzung der Auftragsabwicklung auf dem Shopfloor vorgestellt. Durch die Umsetzung dieser Lösungen kann zunächst die zuvor beschriebene erhöhte Transparenz in der Auftragsabwicklung erreicht werden. Davon ausgehend können mithilfe dieser Lösungen ebenfalls gezielt Potenziale zur Prozessoptimierung umgesetzt werden. Zunächst wird eine Möglichkeit zur digital vernetzten Bauteilverfolgung erläutert. Anschließend werden Ansätze zur Priorisierung von Aufträgen an Bearbeitungsstationen sowie zur digitalen Montagesteuerung beschrieben.

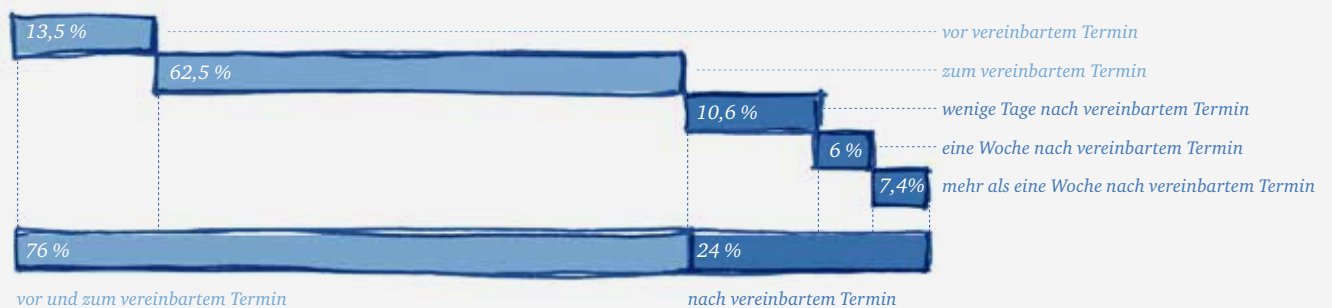


**24%**

**der Aufträge werden durchschnittlich nicht zum vereinbarten Termin fertiggestellt**

## TERMITREUE IM WERKZEUGBAU

Anteil der Aufträge mit Auslieferung...



# Bauteilverfolgung

---

## [Die echtzeitnahe Bauteilverfolgung schafft Transparenz auf dem Shop-floor.]

### Motivation

Die Abläufe in der Produktion eines Werkzeugbaubetriebs haben sich in der Vergangenheit zu einem immer komplexer werdenden Konstrukt entwickelt. Um den wachsenden Anforderungen an eine Koordination dieser Vielzahl an unterschiedlichen Prozessen in der Fertigung gerecht zu werden, bedarf es innovativer Ansätze zur Beherrschung dieser Komplexität. Ziel solcher Ansätze muss es zunächst sein, durch das Erzeugen einer möglichst großen Transparenz über alle Fertigungsprozesse die Komplexität strukturiert sichtbar zu machen.

### Konzeptbeschreibung

Die meisten Werkzeugbaubetriebe verfügen bereits heute über ERP- und/oder BDE-Systeme, mit Hilfe derer Daten auftrags- oder sogar komponenten- bzw. bauteilbezogen zurückgemeldet werden. Aus diesen Daten kann bereits auf den Status eines Bauteils geschlossen werden. Auf Basis der Rückmeldedaten ist eine Bauteilnachverfolgung möglich, wenn eine Prozessfolge für die jeweiligen Bauteile definiert wurde und zudem eine Rückmeldung nach einem jeweiligen Prozessschritt erfolgt. Ferner lassen sich durch die Aufnahme der Daten eine Vielzahl von Analysen der Fertigungsprozesse erstellen. Diese Analysen können wiederum in weiteren Schritten zur Optimierung der Fertigung genutzt werden. So können beispielsweise Zeitstudien zu Transport-, Liege-, und Fertigungszeiten an einzelnen Fertigungstechnologien und -maschinen mit einem hohen Maß an Genauigkeit und über eine beliebig große Menge an Bauteilen durchgeführt werden. Ebenfalls lässt sich datenbasiert auswerten, wo häufig Engpässe an Maschinen auftreten, welche Transportwege am häufigsten

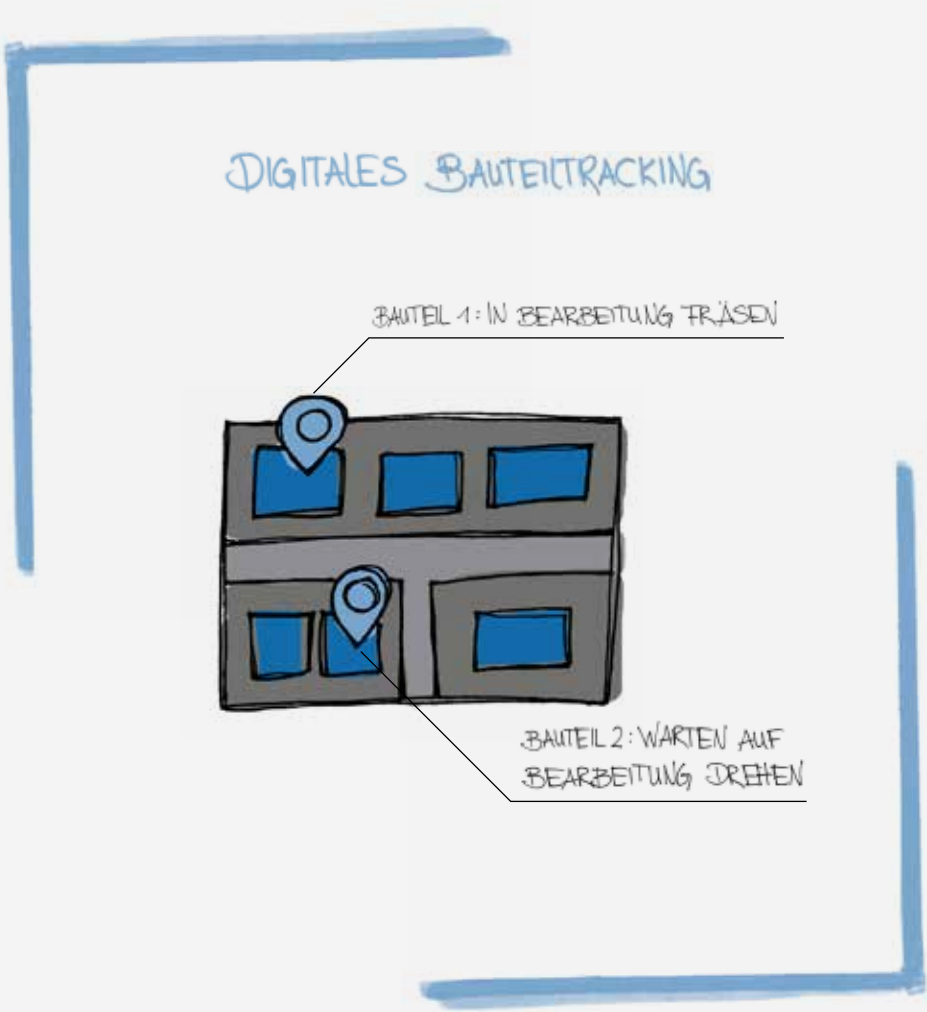
frequentierte werden und welche weiteren Besonderheiten in der Produktion auftreten. Einen nennenswerten Mehrwert schafft außerdem die Aufdeckung terminkritischer Aufträge. Ausgehend von diesen Analysen lassen sich dann Optimierungspotenziale von der Prozessoptimierung bis hin zur Neugestaltung des Layouts oder zur Investitionsplanung von Fertigungsmaschinen umsetzen.

Durch den Einsatz moderner IKT wird es nun möglich die Bauteilverfolgung noch präziser und automatisierter zu realisieren. Ein vielversprechender Ansatz ist der Einsatz automatischer Identifikationssysteme, wie die Radio Frequency Identification (RFID) Technologie. Materialien und Bauteile werden beim jeweiligen Wareneingang an einer jeden Bearbeitungsstation identifiziert und anschließend in einer Datenbank abgespeichert. Dies ermöglicht eine lückenlose Transparenz über den Bearbeitungsstand und den Standort des jeweiligen Bauteils. Darüber hinaus ist ebenfalls eine Kommunikation zwischen dem Bauteil und der Maschine, an der die Bearbeitung durchgeführt werden soll, denkbar. So kann das Bauteil Informationen automatisch an eine Bearbeitungsmaschine weitergeben, die daraufhin die geeigneten Bearbeitungswerkzeuge und Bearbeitungsprogramme auswählt.

### Voraussetzung

Voraussetzung für die Implementierung einer digital vernetzten Bauteilverfolgung ist eine Anpassung der IT-Infrastruktur der jeweiligen Produktionsstätte sowie die Installation von Empfangs- bzw. Lesegeräten. Um eine Effizienzsteigerung der Produktionsprozesse zu erzielen, müssen die

anfallenden Daten zum einen erhoben und zum anderen ausgewertet und analysiert werden. Hierzu müssen entsprechende Software oder Tools entwickelt und implementiert werden.



Anwendungsbereich

Mechanische Fertigung, Montage



# Priorisierungsunterstützung

---

*[Die Priorisierungsunterstützung ermöglicht eine effiziente Auftragssteuerung und entlastet den verantwortlichen Mitarbeiter.]*

## Motivation

Im Gegensatz zur Serienproduktion von Endprodukten werden Werkzeuge in einer Einzel- oder Kleinserienfertigung hergestellt. Durch den Unikatcharakter ergeben sich nur wenige Wiederholeffekte in der Produktion, was die Produktionsplanung und -steuerung zu einer äußerst komplexen Aufgabe macht. Insbesondere die Steuerung von einzelnen Bauteilen auf dem Shopfloor, also die Koordination des Fertigungsablaufs sowie die Festlegung von Prioritäten an jeder Bearbeitungsstation, erfolgt meist nur mit sehr einfachen Hilfsmitteln oder gar nur basierend auf der Erfahrung und durch die permanente Überwachung eines Meisters. Die Produktionssteuerung hat einen erheblichen Einfluss auf die relevanten Zielgrößen der Produktion:

- Geringe Durchlaufzeiten von Bauteilen
- Geringe Streuung der Durchlaufzeiten von Bauteilen
- Hohe Termintreue von Bauteilen
- Geringer Bestand auf dem Shopfloor
- Hohe Effizienz und Auslastung

Mithilfe einer digital vernetzten Priorisierung lassen sich die Steuerungsaktivitäten auf dem Shopfloor unterstützen und die Produktion hinsichtlich der genannten Zielgrößen optimieren.

## Konzeptbeschreibung

Zur Priorisierung von Bauteilen an einer jeden Bearbeitungsstation können grundsätzlich verschieden komplexe Priorisierungsregeln angewandt werden, welche

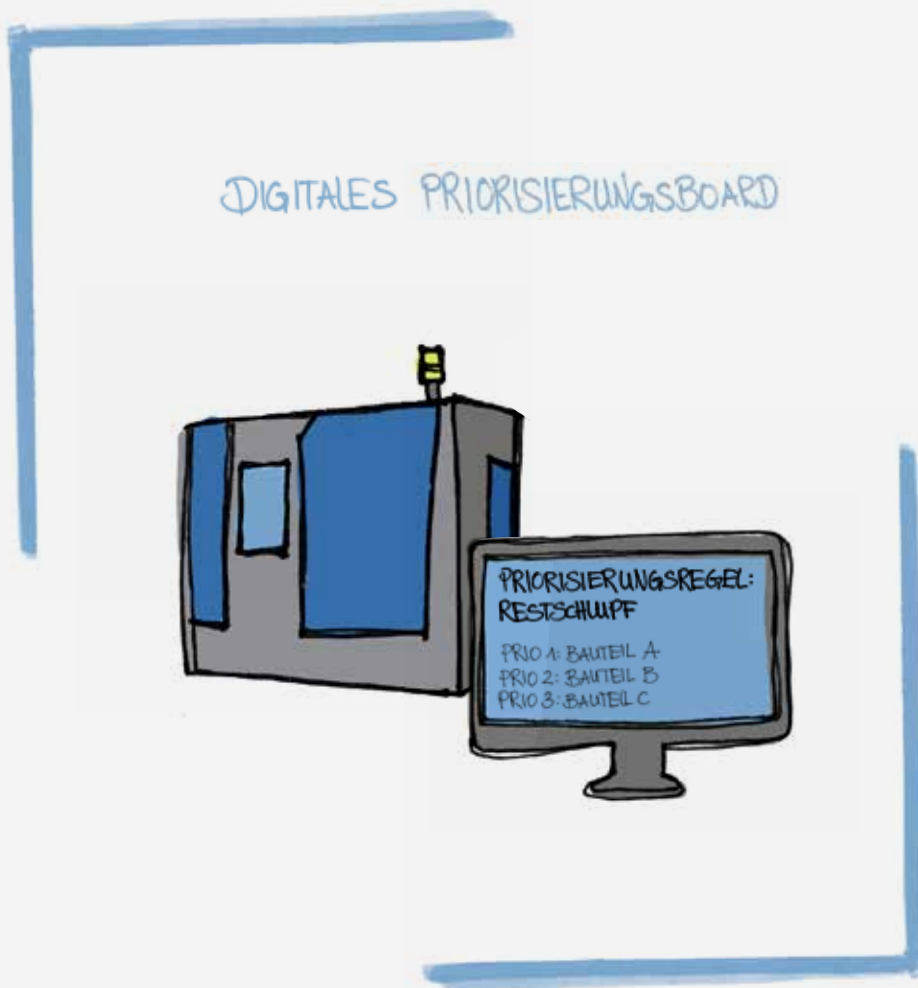
sich unterschiedlich auf die genannten Zielgrößen auswirken. So wirkt sich die Priorisierungsregel nach dem First-In-First-Out-Prinzip (FIFO) insbesondere positiv auf die Streuung der Durchlaufzeit und die Termintreue aus. Das Prinzip der Rüstoptimierung, das häufig durch die Maschinenbediener selber bevorzugt wird, wirkt sich hingegen positiv auf die Effizienz und Auslastung sowie einen geringen Bestand aber negativ auf die Streuung der Durchlaufzeiten und die Termintreue aus. Die Anwendung der jeweiligen Priorisierungsregeln ist mit Aufwand verbunden, welcher durch eine digitale Priorisierungsunterstützung erleichtert werden kann. Insbesondere die in Bezug auf die relevanteste Zielgröße Termintreue optimale Priorisierungsregel nach Restschlupf (Zeit bis zum spätestmöglichen Starttermin für eine Bearbeitung eines Bauteils) ist äußerst komplex und erfordert eine stetige Umpriorisierung. Über ein Tablet oder einen Bildschirm wird dem Mitarbeiter direkt an der Maschine angezeigt, welches Bauteil aus seinem Arbeitsvorrat er als nächstes bearbeiten soll. Eine digitale Unterstützung ermöglicht es, zunächst die Aufträge echtzeitnah zu visualisieren und darüber hinaus aktiv und flexibel Priorisierungsregeln wechseln zu können oder Bearbeitungsreihenfolgen in der Art zu verändern, dass die Auswirkungen der Veränderungen automatisch angezeigt werden. Der Mitarbeiter wird auf diese Weise unterstützt und der zuvor mit der Steuerung der Produktion stark beanspruchte Meister wird entlastet.



**Voraussetzung**

Um das aufgezeigte Ziel einer digital vernetzten Priorisierung z.B. durch ein digitales Priorisierungsboard für einzelne Bearbeitungsmaschinen zu erreichen, ist es notwendig, dass sich Bauteile, die zu einer Bearbeitung anstehen, an der jeweiligen Maschine anmelden und dass für sie de-

taillierte Bearbeitungsvorgabezeiten durch den in der Arbeitsvorbereitung erstellten Arbeitsplan vorliegen. Schließlich ist die Fertigungssteuerung so zu erweitern, dass sie mithilfe dieser Daten die beschriebene Funktionalität ausführt und die Priorisierungsunterstützung über einen Bildschirm an jeder Bearbeitungsstation darstellt.



Anwendungsbereich

Mechanische Fertigung



# Montagesteuerung

---

*[Eine digital vernetzte Montagesteuerung ermöglicht einen reibungslosen Montageablauf.]*

## Motivation

Im Werkzeugbau ist der Prozessschritt der Montage entscheidend für die Gewährleistung der ordnungsgemäßen Funktionsfähigkeit und Qualität des zu erstellenden Werkzeugs. In der Montage, insbesondere bei komplexen Werkzeugen, bedarf es sowohl sehr viel Erfahrung und Fertigkeit als auch Zeit für die finale Anpassung von Werkzeugkomponenten. Fehler in der Montage führen dazu, dass das jeweilige Werkzeug nicht die gewünschte Produktqualität produzieren kann. Diese Fehler werden meist erst in dem nachgelagerten Prozessschritt des Try-outs bemerkt und müssen dann durch eine oder mehrere erneute Schleifen mit ggf. Fertigung, Montage und Try-out korrigiert werden. In der Praxis wird mit der Montage eines Werkzeuges teilweise erst dann begonnen, wenn alle Bauteile der Stückliste beschafft und fertig bearbeitet sind. Oftmals ist aber nicht transparent ersichtlich, wann dieser exakte Zeitpunkt gegeben ist, wodurch sich erhebliche Verzögerungen im Auftragsabwicklungsprozess ergeben. Falls hingegen zu früh mit der Montage begonnen wird und noch Bauteile fehlen, muss der Montagevorgang abgebrochen und zu einem späteren Zeitpunkt fortgesetzt werden. Dies führt ebenfalls zu Zeitverlusten und Ineffizienzen.

## Konzeptbeschreibung

Ziel einer digital vernetzten Montagesteuerung ist es, den exakten und frühestmöglichen Zeitpunkt zum Montagestart zu ermitteln und transparent darzustellen. Dadurch kann ein optimaler Start und reibungsloser, effektiver Ablauf der Montage gewährleistet werden. Zunächst muss der zeitlich kritische Pfad der Montage für ein Werkzeug errechnet werden. Sobald nun

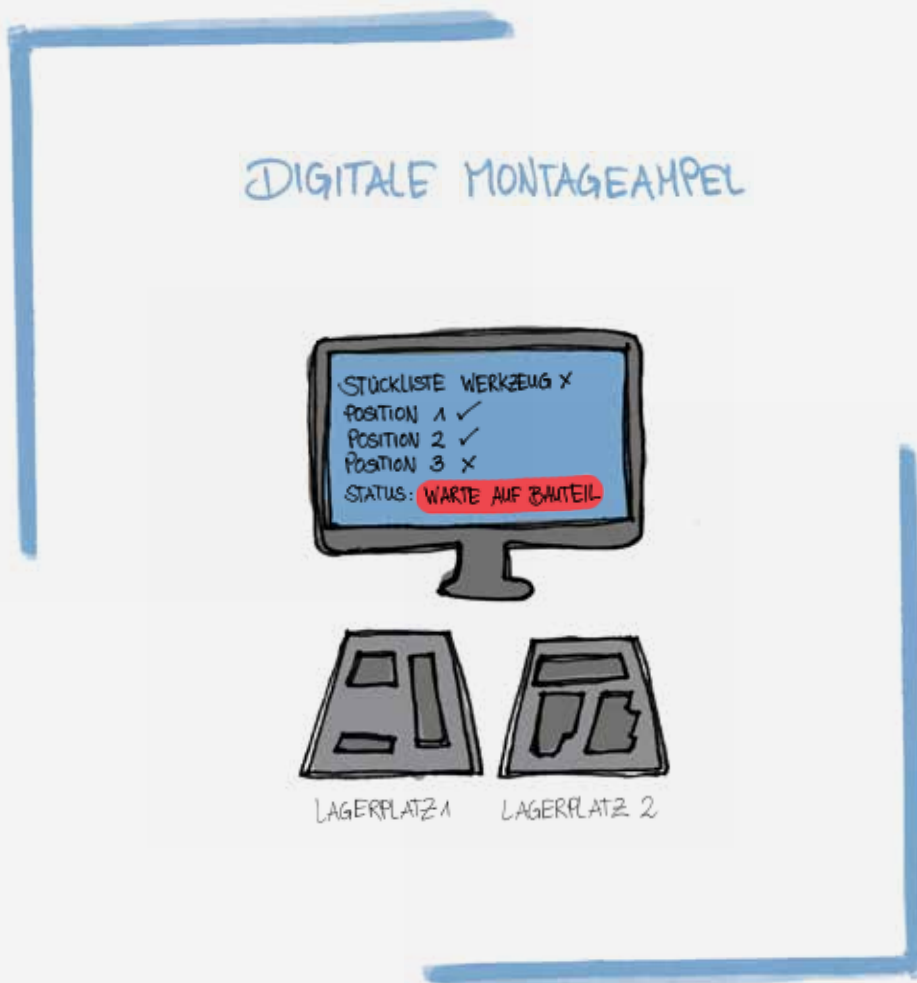
Bauteile des zu montierenden Werkzeugs fertig bearbeitet vorliegen und diesen Status auch durch das Abmelden an ihrer letzten Bearbeitungsstation übermittelt haben, werden diese Bauteile auf der Stückliste digital als vorhanden vermerkt. Sobald alle Bauteile, die auf dem kritischen Pfad der Montage liegen, als vorhanden vermerkt sind und die verbleibende Bearbeitungszeit der restlichen Bauteile kleiner als die Zeit ist, in der sie für die Montage erforderlich sind, wird der Montagestart ausgelöst. Digital visualisiert wird dieser Prozess dadurch, dass für jede Montage eines Werkzeugs zunächst ein Zwischenlagerplatz reserviert wird, an dem alle fertig gestellten Bauteile sowie Zukaufteile bis zum Montagestart gelagert werden. Dieser Zwischenlagerplatz wird durch eine digitale Anzeige mittels Werkzeugnummer oder eines Symbols direkt einem Werkzeug zugeordnet. Ebenfalls wird an dem jeweiligen Zwischenlagerplatz der Status der Positionen der Stückliste des jeweiligen Werkzeugs über einen Bildschirm angezeigt. Sobald der Montagestart ausgelöst wird, wird dies durch eine Ampeldarstellung an dem Zwischenlagerplatz angezeigt und ggf. mehrere freie Montagemitarbeiter benachrichtigt. Gleichzeitig wird dem zu montierenden Werkzeug ein freier Montagearbeitsplatz zugewiesen, an dem der Montagemitarbeiter sogleich mit der Montage beginnen kann. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass es zu keinem Zeitverlust in der Montage kommt und die Montagetätigkeit, sobald sie einmal begonnen ist, nicht mehr unterbrochen werden muss. Dadurch, dass keine Unterbrechungen durch fehlende Bauteile mehr auftreten, kann der Mitarbeiter konzentriert und nur mit einmaliger Einarbeitung an dem Werkzeug

arbeiten. Somit wird nicht nur eine höhere Geschwindigkeit, sondern auch eine gesteigerte Qualität in der Montage erreicht.

**Voraussetzung**

Zentral für die digital vernetzte Montagesteuerung ist die digitale Stückliste des zu montierenden Werkzeugs. Für diese Stückliste muss durch die Arbeitsvorbereitung definiert sein, welche Positionen zum Montagestart zwingend erforderlich sind und welche auch erst im späteren Verlauf

der Montage benötigt werden. Bei den Bauteilen, die erst im späteren Verlauf der Montage eingebaut werden, muss zudem die genaue Information vorliegen, wie viel später nach Montagestart das jeweilige Bauteil erforderlich ist. Zur Umsetzung der digital vernetzten Montagesteuerung z.B. durch eine digitale Montageampel zum Anzeigen des Montagestarts, ist schließlich eine entsprechende Software zu entwickeln und die Informationsdarstellung über einen Bildschirm zu implementieren.



Anwendungsbereich

Montage





# Mitarbeiterführung

Der Mitarbeiter stellt die wichtigste Ressource im Unternehmen und insbesondere auf dem Shopfloor dar. Um einen bestmöglichen Einsatz der Mitarbeiter zu gewährleisten, ist eine zielgerichtete Führung notwendig. Die Mitarbeiterführung bestimmt in entscheidendem Maße die Produktivität des Mitarbeiters und damit die Effizienz des gesamten Wertschöpfungsprozesses.

Der Mitarbeiter muss sich täglich neuen Aufgaben stellen und auf ein dynamisches Arbeitsumfeld reagieren. Ebenso stellt der Mitarbeiter Ansprüche in Bezug auf Arbeitsinhalte, das Arbeitsumfeld sowie an den Arbeitgeber. Diese Ansprüche, zu denen insbesondere auch der Wunsch nach mehr Verantwortung und Abwechslung in der Arbeitswelt gehört, muss durch die Verantwortlichen des Werkzeugbaus stärker adressiert werden. Eine Übernahme von Verantwortung bedarf einer Informationsbasis, die eine fundierte Entscheidung ermöglicht. Die aktuelle Informationsverfügbarkeit ist allerdings laut einer Umfrage der WBA bei Mitarbeitern auf dem Shopfloor von Werkzeugbaubetrieben bisher jedoch nicht ausreichend. In der Summe fühlen sich 47 % der Mitarbeiter schlecht bzw. sehr schlecht informiert. Dies liegt unter

anderem an der mangelnden Darstellungsweise und Aktualität von Informationen auf dem Shopfloor. Insbesondere durch die digitale Vernetzung lassen sich eine echtzeitnahe Informationsbereitstellung sowie entsprechende Visualisierungen ermöglichen, Abweichungen frühzeitig erkennen und notwendige Maßnahmen ableiten. Weiterhin lässt sich infolge der digitalen Vernetzung die Interaktion mit und unter den Mitarbeitern erheblich verbessern, indem standardisierte, digitale Informationsflüsse und Workflows definiert und vorgegeben werden. Durch eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen kann außerdem die Zufriedenheit der Mitarbeiter gesteigert werden. Eine steigende Zufriedenheit der Mitarbeiter korreliert laut einer Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln insbesondere in Deutschland in hohem Maße mit einer steigenden Produktivität.

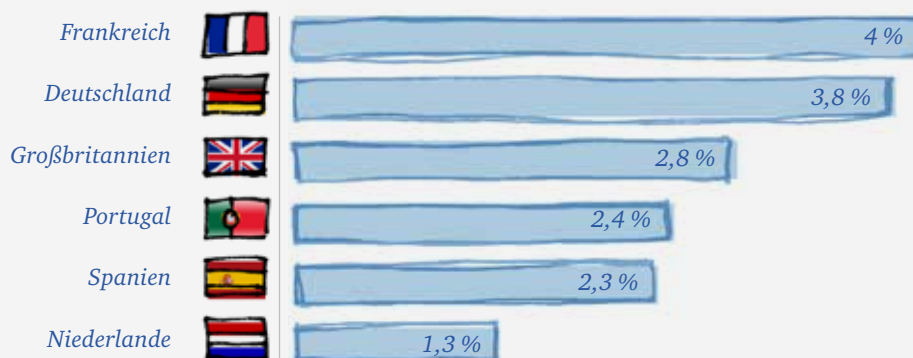
Nachfolgend werden drei Digitalisierungslösungen der Mitarbeiterführung auf dem Shopfloor aufgezeigt und erläutert. Neben der Informationsdarstellung und der Workflowsteuerung ist die Flexibilisierung des Arbeitsplatzes eine zentrale Anwendung digitaler Vernetzung im Werkzeugbau.



**47 %**

**der Mitarbeiter auf dem Shopfloor fühlen sich schlecht bzw. sehr schlecht informiert**

ERHÖHUNG DER PRODUKTIVITÄT PRO  
STIEGENDER EINHEIT LEBENSZUFRIEDENHEIT



# Informationsdarstellung

---

*[Die Verfügbarkeit von Informationen ist eine Grundvoraussetzung zur Übernahme von mehr Verantwortung durch die Mitarbeiter.]*

## Motivation

Aktuell fühlen sich die Mitarbeiter des Shopfloors im Werkzeugbau nicht ausreichend informiert, da Informationen und Kennzahlen teilweise gar nicht oder nicht in der gewünschten Form dargestellt werden. In deutschen Werkzeugbaubetrieben werden größtenteils analoge Shopfloorboards zur Darstellung von Informationen und Kennzahlen auf dem Shopfloor genutzt. Digitale Shopfloorboards bieten die Möglichkeit, Informationen und Kennzahlen echtzeitnah zu aktualisieren und anforderungsgerecht darzustellen. Auf diese Weise lässt sich der aktuell mangelnden Informationsverfügbarkeit auf dem Shopfloor entgegenwirken und es wird dem Mitarbeiter die Aufgabe der Informationsbeschaffung in Teilen erleichtert, sodass dieser seine Zeit zur Verrichtung wertschöpfender Aktivitäten nutzen kann.

## Konzeptbeschreibung

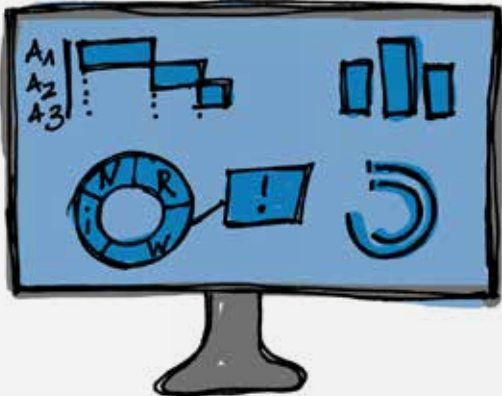
Eine digitale Lösung des Shopfloorboards ist eine Weiterentwicklung des analogen Shopfloorboards um eine automatische und echtzeitnahe Aktualisierung von Informationen. Während aktuell die Informationen zur Darstellung auf dem Shopfloorboard oftmals aufwendig per Hand beschafft, ausgedruckt und am Shopfloorboard platziert werden müssen, bietet das digitale Shopfloorboard die Möglichkeit, den kontinuierlichen Arbeitsaufwand durch automatische, computerunterstützte Updates und Workflows drastisch zu minimieren. Hinsichtlich der Ausgestaltung des Shopfloorboards sind Informationen zur Ablauforganisation, zur Produktivität, zur Qualität, zum Projektstatus oder zur kontinuierlichen Verbesserung für die Darstellung geeignet. Eine individuelle

Ausrichtung des Shopfloorboards an den benötigten Informationen des jeweiligen Unternehmens und der jeweiligen Abteilung ist notwendig, um eine Maximierung der Akzeptanz und des Nutzens bei den Mitarbeitern zu erreichen. Das Shopfloorboard sollte einerseits eine kontinuierliche Informationsbereitstellung gewährleisten sowie andererseits als zentrales Element bei Abstimmungen und Besprechungen herangezogen werden. Eine passive Informationsbereitstellung auf dem digitalen Shopfloorboards ist nicht sinnvoll. Vielmehr sollte eine Möglichkeit bestehen, aktiv Anpassungen direkt am Shopfloorboard durchzuführen, in dem Moment, in dem Anpassungen notwendig werden.

## Voraussetzung

Die benötigten Daten zur Ausgestaltung eines Shopfloorboards werden häufig bereits aufgenommen und im ERP-System erfasst. Diese Daten werden allerdings weder systematisch aufbereitet noch dargestellt. Zur Ausgabe der Daten sind Schnittstellen zu implementieren, sodass auf benötigte Daten zugegriffen werden kann, die dann wiederum automatisiert zu Informationen verarbeitet und auf dem Shopfloorboard angezeigt werden können. Es ist die Aufgabe des Unternehmens, die Inhalte des Shopfloorboards auszugestalten und individuell an die Anforderungen des jeweiligen Shopfloors anzupassen. Die Nutzung einer eindeutigen Datenquelle (Single Source of Truth) ist essenziell, um die Aktualität und Konsistenz der Daten zu gewährleisten. Ausschlaggebend in der Ausgestaltung des Shopfloorboards ist die Einbeziehung der Mitarbeiter sowie die kontinuierliche Weiterentwicklung.

# DIGITALES SHOPFLOORBOARD



Anwendungsbereich

Mechanische Fertigung, Montage,  
indirekte Bereiche



# Workflowsteuerung

---

*[Definierte Workflows ermöglichen die konsequente Umsetzung von Standardprozessen.]*

## Motivation

Dokumentierte Standardprozesse, Checklisten und Vorlagen sind zwar in zahlreichen Werkzeugbaubetrieben vorhanden, werden von den Mitarbeitern häufig jedoch nicht genutzt. Eine Steigerung des Abstimmungsbedarfs sowie die Erhöhung der Intransparenz der speziellen Aufgabenbearbeitung sind die Folge. Durch eine digitale Vernetzung wird es nunmehr möglich, Workflows digital unterstützt zu integrieren und den Prozess der Aufgabenbearbeitung zu standardisieren sowie transparent zu gestalten. Eine solche Workflowsteuerung kann beispielweise in der Fertigung bei der Erstellung von Messprotokollen oder bei der Werkzeugabnahme im Try-out eingesetzt werden. Sowohl bei der Erstellung von Messprotokollen als auch bei der Dokumentation des Try-outs gewährleistet die Workflowsteuerung eine Vollständigkeit der notwendigen Informationen durch das Ausfüllen vorgegebener Felder sowie eine strukturierte vordefinierte Weiterleitung und Ablage der Informationen in Form eines Protokolls.

## Konzeptbeschreibung

Eine konkrete Anwendung der Workflowsteuerung kann im Try-out des Werkzeugbaus realisiert werden. Im Try-out des Werkzeugbaus erfolgt ein Testlauf eines gefertigten Werkzeugs mit dem Ziel der Ausgestaltung optimaler Verfahrensparameter und der effizienten Reaktion auf Störgrößen. Dieser Prozessschritt ist sehr entscheidend, da jede weitere Try-out-Schleife mit erheblichen Kosten verbunden ist. Folglich bestimmt der Try-out im Werkzeugbau in enormem Maße die Profitabilität des gesamten Werkzeugherstellungsprozesses. Aktuell findet eine Doku-

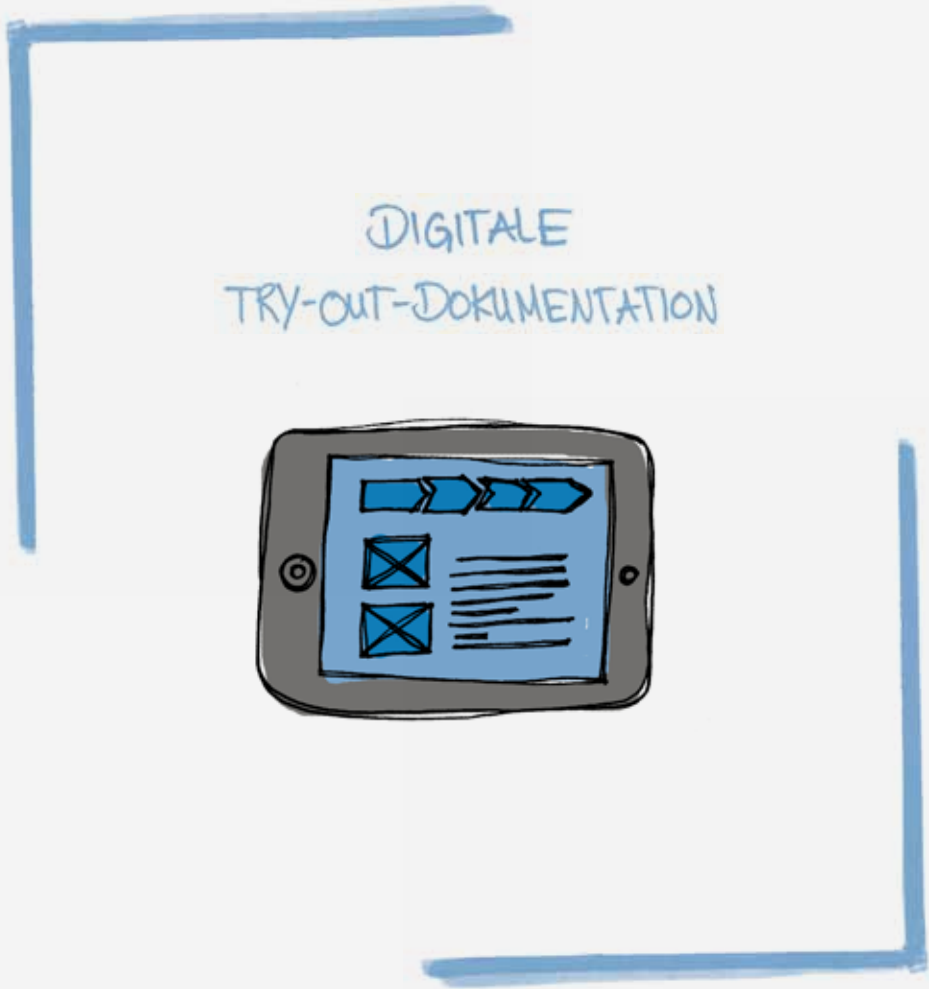
mentation des Try-outs zwar überwiegend mit Checklisten statt, dennoch werden die Dokumentationen aufgrund der Fülle von Informationen sowie eines undurchsichtigen Workflows in der Regel nur oberflächlich bearbeitet. In Form einer digitalen Workflowsteuerung wird der Mitarbeiter durch den Prozess der Try-out-Dokumentation geführt. Merkmale und Auffälligkeiten, die während des Try-outs erkannt werden, lassen sich unmittelbar aufnehmen und zielgerichtet Maßnahmen ableiten. Als bedarfsgerechte Checklisten, Drop-down-Menüs oder Freitextfelder können diese Merkmale angelegt werden. Ein aufwendiges Ausfüllen kann durch definierte Auswahlmöglichkeiten deutlich reduziert sowie eine standardisierte Dokumentation gewährleistet werden. Dabei sollte beachtet werden, dass entscheidende Informationen vorhanden sein müssen, um mit der Dokumentation fortzufahren. Bei einer analogen Try-out-Dokumentation besteht die Möglichkeit, Dokumentationsfelder zu überspringen, sodass die Dokumentation Lücken aufweist und unter Umständen weitere Try-out Schleifen erforderlich werden, die in der Regel mit einem erheblichen Mehraufwand und Mehrkosten verbunden sind. Ein weiterer entscheidender Vorteil der digitalen Try-out-Dokumentation ist, auf vorhandene Try-out-Dokumentationen zugreifen zu können, da diese systematisch und strukturiert abgelegt werden. Im Anschluss an die digitale Try-out-Dokumentation kann zudem ein standardisierter Musterbericht erstellt und zur internen und externen Dokumentation verwendet werden.



**Voraussetzung**

Eine digitale Try-out-Dokumentation ist an die vorgegebenen Randbedingungen sowie das jeweilige Werkzeug anzupassen. Die Auswahl der abgefragten Merkmale im Try-out muss vor dem Hintergrund der Relevanz und der Effizienz getroffen werden. Eine sorgfältige Definition von Workflows

sichert eine Möglichkeit der standardisierten Aufnahme, Speicherung und Auswertung des Try-out-Prozesses. Außerdem lassen sich zeitintensive Abstimmungszyklen durch einen definierten Arbeitsablauf und eine bedarfsgerechte Informationsbereitstellung vergangener Dokumentationen verringern.



Anwendungsbereich

Mechanische Fertigung, Montage, Try-out, indirekte Bereiche



# Flexibilisierung des Arbeitsplatzes

---

*[Die Flexibilisierung des Arbeitsplatzes ist eine Möglichkeit, dem Mitarbeiter Entscheidungsfreiheit einzuräumen.]*

## Motivation

In einer Studie der WBA wurden Mitarbeiter des Shopfloors im Werkzeugbau zur Mitarbeiterzufriedenheit befragt. Als ein zentrales Ergebnis dieser Umfrage konnte der Wunsch der Mitarbeiter nach mehr Verantwortung sowie der Flexibilisierung des Arbeitsplatzes identifiziert werden. Eben diese Wünsche sollten die Verantwortlichkeiten des Werkzeugbaus adressieren, um die Zufriedenheit der Mitarbeiter zu steigern. Insbesondere digitale Technologien und deren Vernetzung können neue Möglichkeiten der Arbeitsplatzgestaltung schaffen. Eine konkrete Digitalisierungslösung, um dem Mitarbeitern die gewünschte Flexibilität bei zunehmender Verantwortung einzuräumen, besteht in der Nutzung einer Applikation zur Überwachung entscheidender Maschinen- und Bearbeitungsparameter.

## Konzeptbeschreibung

Über die Schnittstelle zur Maschine soll der Mitarbeiter auch entfernt seines Arbeitsplatzes die Möglichkeit besitzen, über den Status quo seiner Bearbeitungsaufträge informiert zu werden. Können Bearbeitungsvorgänge auf der Maschine für eine längere Zeit eigenständig laufen und die Anwesenheit des Mitarbeiters ist nicht notwendig, kann sich der Mitarbeiter einer anderen Aufgabe widmen. Mithilfe von Kamerasystemen, die entweder bereits Teil der Bearbeitungsmaschine sind oder nachträglich in der Bearbeitungsmaschine angebracht werden, kann zunächst ein Live-Zustand der Bearbeitung innerhalb einer App angezeigt werden. Ferner können entspre-

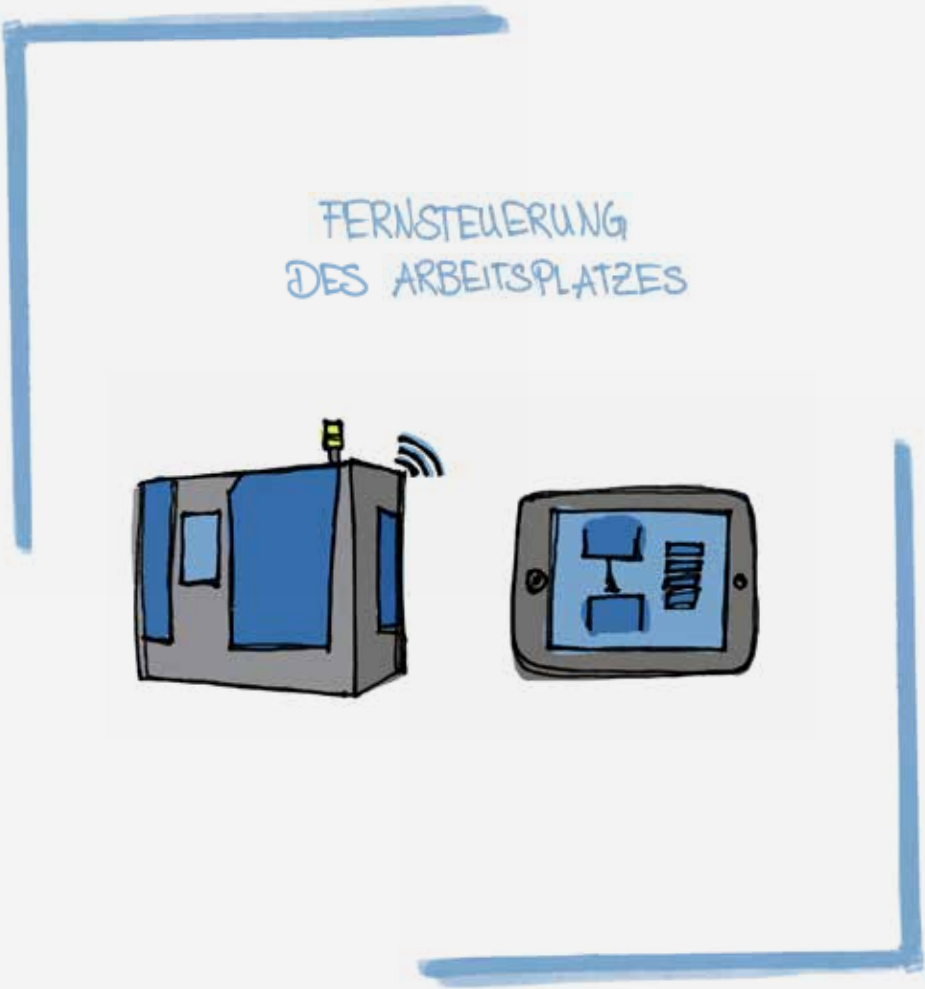
chende Bearbeitungsparameter konstant angezeigt und mit Soll-Werten abgeglichen werden. Auf diese Weise lassen sich Auffälligkeiten in der Bearbeitung unmittelbar erkennen. In Form von Push-Nachrichten kann der Mitarbeiter in diesen Fällen informiert werden. Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, durch Fernzugriff auf die jeweilige Maschine und schließlich die Bearbeitungsvorgänge Einfluss nehmen und eventuelle Maßnahmen ergreifen zu können. Diese Art des Fernzugriffs auf die Maschine hat zum einen eine Produktivitätssteigerung aufgrund einer gleichzeitigen Mehrfachnutzung von Maschinen zur Folge und ermöglicht zum anderen eine Steigerung der Flexibilität des Mitarbeiters. Gleichermaßen nimmt auch die Verantwortung des Mitarbeiters deutlich zu.

## Voraussetzung

In der Regel ist es bei neueren Maschinen relativ einfach, erforderliche Daten zu extrahieren, da Schnittstellen bereits standardmäßig vorhanden sind. Ältere Maschinen verfügen über diese Funktion meist nicht. Auch Kamerasysteme sind nur in seltenen Fällen in den Maschinen bereits integriert, sodass diese nachgerüstet werden müssen. Dazu ist eine Abstimmung mit dem Hersteller der jeweiligen Maschine erforderlich. Deutlich komplexer ist die Installation einer Fernsteuerung der Maschine. Die Entscheidung, welche Funktionen durch eine Fernsteuerung möglich sind, müssen vor dem Hintergrund der Prozesssicherheit und der Unfallsicherheit getroffen werden. Dennoch ist der Nutzen dieser

Digitalisierungsmaßnahme verhältnismäßig groß, da diese zu einer erheblichen Steigerung der Mitarbeiterproduktivität beiträgt. Im Hinblick auf Kostenpositionen sind insbesondere Hardwaresysteme als

Interaktionsschnittstelle sowie die entsprechende Software als zentrale Aufwände zu identifizieren.



Anwendungsbereich

Mechanische Fertigung



ase  
nbing new visual  
ERP facilities



overall objective of the  
3D CAD models could be used for to  
assembly instructions and shop-floor confirma  
with ERP.

Future Situ

Automate  
assembly  
engineer  
binatio

AACHEN

# Wissen & Lernen

Wissen & Lernen bildet die Grundlage für den unternehmerischen Erfolg des europäischen Werkzeugbaus. Es umfasst sowohl das Sichern als auch das Weitergeben von Wissen innerhalb des Unternehmens. Die Nutzung des erzielten Wissens erfolgt in allen Phasen der Werkzeugerstellung und ermöglicht eine Effizienzsteigerung in allen Bereichen. Insbesondere durch die Individualisierung und Komplexität der Produkte und dadurch auch der Werkzeuge ist der systematische Umgang mit dem unternehmensinternen Know-how wichtiger denn je. Zusätzlich fordert der Markt aufgrund der kurzen Produktlebenszyklen schnelle Reaktionen seitens des Werkzeugbaus und somit schnellen Zugriff auf notwendiges Wissen. Dabei bietet der Zugriff auf Erfahrungen von bereits durchgeführten Projekten großes Potenzial für Werkzeugbaubetriebe. Durch die digitale Vernetzung können ins-

besondere die Erfahrungen und das Wissen in Werkzeugbaubetrieben systematisch aufgenommen und bereitgestellt werden. Nach konkreten Gründen für die Verbesserung der Wissensrückführung aus dem Try-out gefragt, sehen die meisten Unternehmen Potenziale in einer Verringerung der Try-out-Schleifen (78%) und in einer allgemeinen Effizienzsteigerung (67%). Außerdem werden von den Befragten eine Kostensenkung, frühzeitige Problemerkennung, Qualitätsverbesserung und Lerneffekte angeführt.

Durch die digitale Vernetzung des Shopfloors lässt sich der Prozess des Wissens & Lernens effizienter und effektiver gestalten. Als zentrale Ansatzpunkte wurden die Aspekte Wissensmanagement, kontinuierlicher Verbesserungsprozess sowie individuelles Lernen identifiziert.



**67%**

**der Befragten geben eine allgemeine Effizienzsteigerung als konkreten Grund der Wissensrückführung aus dem Try-Out an**

## GRÜNDE FÜR EINE NOTWENDIGE VERBESSERUNG DER WISSENSRÜCKFÜHRUNG\*



\*Mehrfachnennung möglich

# Wissensmanagement

---

*[Erfolgreiche Unternehmen sichern, erweitern und nutzen ihren Wissensbestand täglich.]*

## Motivation

Werkzeugbaubetriebe beschäftigen in der Regel hoch qualifizierte Mitarbeiter, die über spezifisches, individuelles Wissen verfügen. Häufig gelingt es jedoch nicht, dieses individuelle Wissen allen Mitarbeitern zugänglich zu machen. Sollte ein Mitarbeiter ausscheiden oder nicht zur Verfügung stehen, ist sein persönliches, individuelles Wissen für das Unternehmen situativ nicht nutzbar oder gar ganz verloren. Dieser Herausforderung auf organisationaler Ebene kann mit einem erfolgreichen Wissensmanagement begegnet werden. Zudem kann die Einarbeitung neuer Mitarbeiter durch dokumentiertes Wissen vereinfacht werden.

## Konzeptbeschreibung

Eine moderne Möglichkeit, individuelles Mitarbeiterwissen zu sammeln und damit für das gesamte Unternehmen verfügbar zu machen, ist ein sogenanntes unternehmensinternes Wiki, ähnlich dem Online-Lexikon Wikipedia. In einem Wiki, abgeleitet aus dem Hawaiianischen für „schnell“, speichern Mitarbeiter und Führungskräfte Informationen innerhalb des Unternehmensnetzwerks. Diese Informationen können anschließend von Kollegen eingesehen und verändert werden. So entsteht ein sehr umfangreicher Wissensspeicher. Dieser ermöglicht es durch transparente Darstellung der Historie der Artikel jedem autorisierten Nutzer, hinzugefügtes oder verändertes Wissen nachzuverfolgen.

Wie das individuelle Wissensmanagement von der digitalen Vernetzung profitieren kann, zeigen soziale Netzwerke. Social Media typische Aspekte, wie kurze Kommunikationswege und schnelle Informationsverbreitung, helfen, ein unternehmensinternes Netzwerk aufzubauen, welches die Informationsbeschaffung innerhalb des Betriebs

verbessert. In dieses ist außerdem eine Einspeisung aktueller Branchennachrichten oder die Integration von Fortbildungen über Schnittstellen möglich, die Mitarbeitern die Organisation ihres persönlichen Lernprozesses erleichtern. Einen weiteren Mehrwert stellt die Anbindung von Lieferanten und Kunden an dieses System dar, wie es etwa Facebook mit seinem Projekt „facebook at work“ umsetzt.

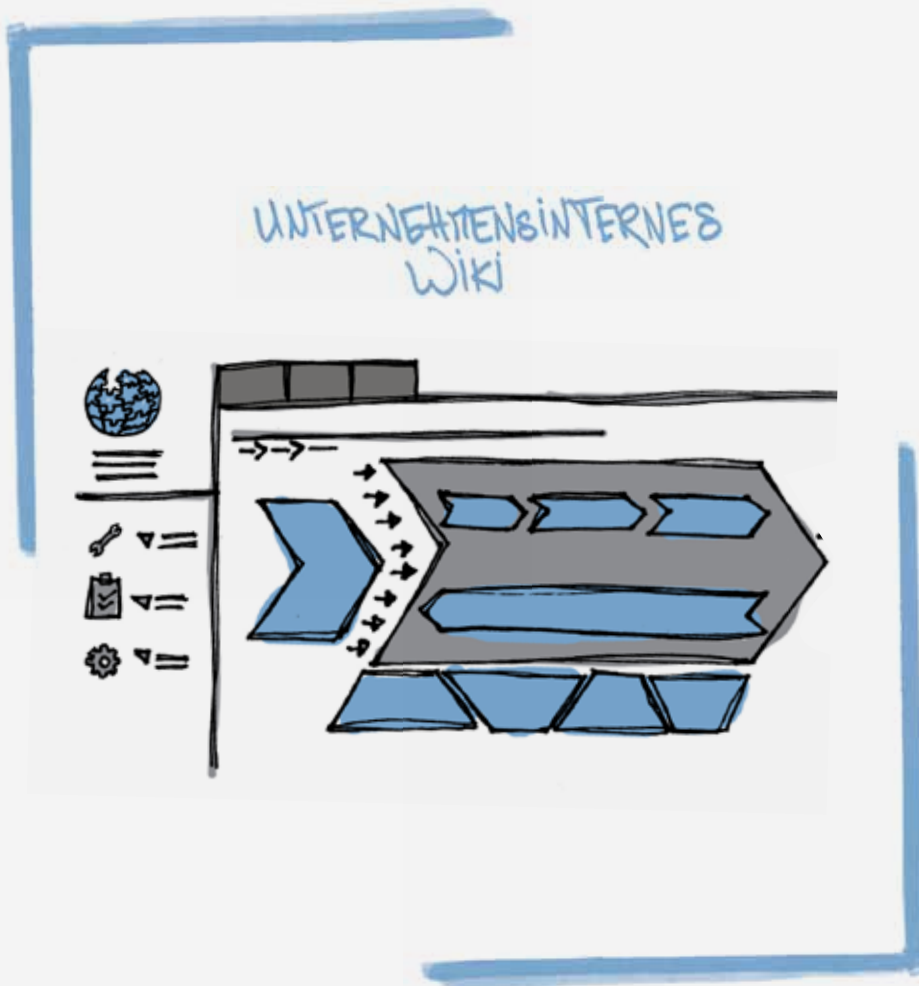
## Voraussetzung

Grundvoraussetzung zur Einführung eines Wikis stellt die Schaffung eines überall verfügbaren und intuitiven Zugangs zu dem vorhandenen Wissen in Form einer Website sowie der dazugehörigen Wissensdatenbank dar. Aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten einer solchen Datenbank kann sich der Einsatzbereich sowohl über einfache Handlungsempfehlungen und häufig auftretende Fehlerursachen als auch über Multimediainhalte wie beispielsweise Videos zu Montageschritten erstrecken. Für den Erfolg einer Wissensdatenbank ist es elementar, die vorgesehenen Anwender zur Mitarbeit am kontinuierlichen Aufbau des Wikis zu motivieren. Der durch das Anlegen der Artikel entstehende Aufwand kann dafür sorgen, dass Mitarbeiter ihr Wissen nicht in die Datenbank übertragen wollen. Daher müssen die Bedeutung und die Potenziale, die sich durch die allgemeine Zugänglichkeit des Wissens ergeben, klar kommuniziert werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass individuelles in unternehmensweit verfügbares Wissen umgewandelt werden kann und so auch bei Abwesenheit oder nach Ausscheiden der entsprechenden Mitarbeiter zur Verfügung steht.

Die Umsetzung einer Plattform zur Kommunikation und Informationsverbreitung

innerhalb des Unternehmens und über seine Grenzen hinaus erfordert eine ähnliche Infrastruktur wie die Implementierung eines Wikis, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf der einfachen und schnellen Kommunikation liegen muss. Hierbei sind

durch den unmittelbaren Nutzen für den Anwender deutlich weniger Hemmschwellen zu erwarten, als beim Aufbau eines Wikis. Jedoch muss sichergestellt werden, dass das System die Mitarbeiter nicht von ihren Hauptaufgaben ablenkt.



Anwendungsbereich

Mechanische Fertigung, Montage, indirekte Bereiche



# Digitaler kontinuierlicher Verbesserungsprozess

---

*[Digitale Vernetzung erleichtert die Aufnahme, Verfolgung und Umsetzung von Verbesserungsvorschlägen.]*

## Motivation

Ein ständiges Bestreben der Werkzeugbaubetriebe ist die Verbesserung der Werkzeugproduktion, der Werkzeuge sowie der herzustellenden Produkte. Eine wertvolle Ressource ist dahingehend der eigene Mitarbeiter, dessen Erfahrungen im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) mit einbezogen werden müssen. Dabei ist die Bereitschaft der Mitarbeiter zur Partizipation von eminenter Bedeutung. Aktuell müssen mögliche Verbesserungen und Fehler nach dem Erkennen aufwändig manuell dokumentiert, ausgewertet und weitergeleitet werden. Hier können Möglichkeiten digitaler Vernetzung zu deutlichen Effektivitäts- und Effizienzgewinnen führen.

## Konzeptbeschreibung

Durchgängige Datenverfügbarkeit ist zentraler Bestandteil eines digitalen KVPs. Ein solches System führt alle im Unternehmen erfassten Informationen und Daten schnittstellenarm zusammen. Durch die auf diese Weise vorhandene Datenbasis können geplante Veränderungsmaßnahmen simuliert werden. So können Auswirkungen geplanter Veränderungen möglichst genau und umfassend vorhergesagt werden. Außerdem ermöglicht die digitale Vernetzung der Daten eine Erweiterung des klassischen KVPs um die Komponente der automatisierten Fehlererkennung. Die vorhandenen Daten ermöglichen das Erkennen von Abweichungen auf dem Shopfloor. So können z.B. moderne Softwareanwendungen durch Verwendung der CAD-Daten Formabweichungen oder fehlende und falsche Bearbeitungsschritte im fertigen Werkzeug

auf Basis von Foto- und Videoaufnahmen (Augmented Reality) identifizieren. Ebenso können durch den automatisierten Vergleich von Planungsdaten und aktuellen Shopfloor-Kennzahlen Schwachstellen im Auftragsabwicklungsprozess aufgedeckt werden. Ein weiteres Handlungsfeld stellt die Einreichung von Verbesserungsvorschlägen durch die Mitarbeiter dar. Durch den Einsatz von Apps auf mobilen Geräten wird eine intuitive Aufnahme von Empfehlungen ermöglicht, die zeitlich und örtlich flexibel mit multimedialen Daten (Bild, Ton, Video) eingereicht werden können. Dazu kann ein stetiges Monitoring des Bearbeitungsstatus der Einreichung implementiert werden, um den Mitarbeitern ein Feedback zu geben und so die weitere Teilnahme am KVP sicherzustellen.

## Voraussetzung

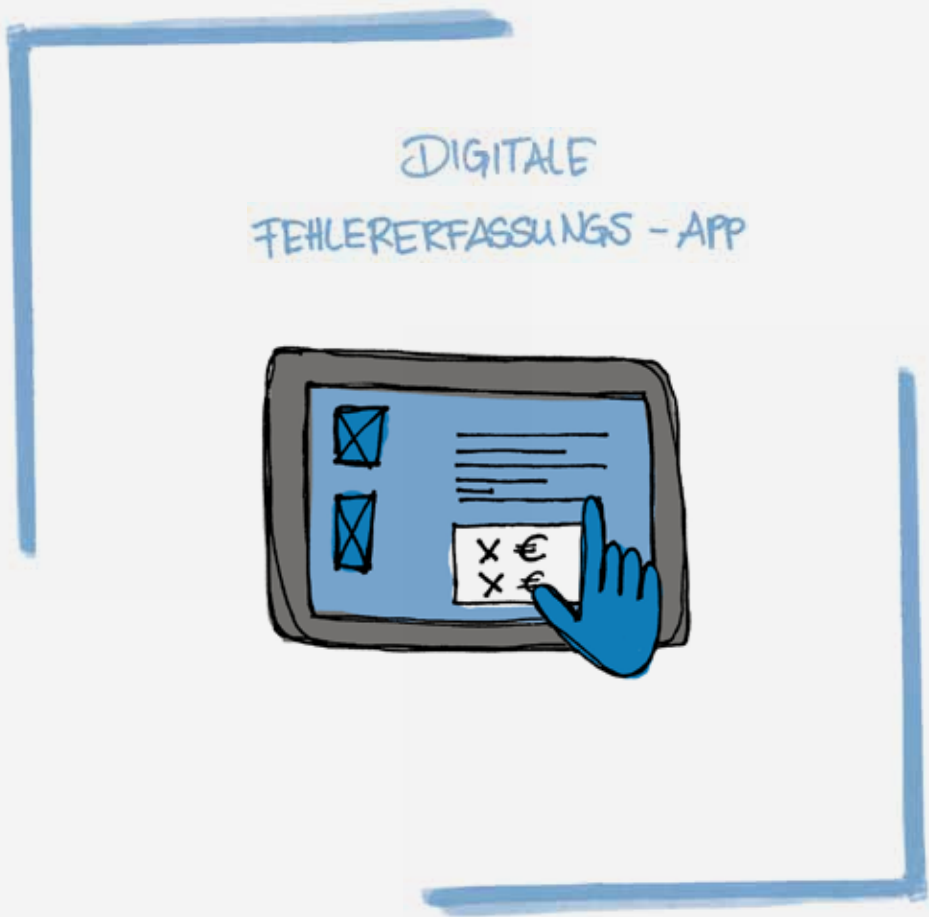
Entscheidend bei der Umsetzung eines digitalen KVPs ist die Anbindung verwendeter Systeme an die bestehende IT-Landschaft sowie die Integration in vor- und nachgelagerte Prozesse, sodass eine zentrale Datenbank mit allgemeinem Zugriff entsteht. Für automatisierte Soll/Ist-Daten-Vergleiche muss dann zusätzliche Software eingesetzt werden. So können Werkzeugbaubetriebe den Umgang mit Störgrößen und Optimierungen im Auftragsabwicklungsprozess deutlich verbessern und die Effektivität nachhaltig erhöhen. Jedoch ist hierzu ein hoher Initialaufwand notwendig. Auch für die automatisierte Fehlererkennung ist einerseits Hardware zur Bildaufnahme, wie Tablet-Computer oder Kameras, und andererseits Software, die die vorhandenen



Produktdaten und Shopfloorkennzahlen analysiert, erforderlich.

Mit deutlich geringerem Initialaufwand ist die Einführung einer Anwendung zur Ideeneinreichung durch die Mitarbeiter umsetzbar. Hierzu hat die WBA bereits eine

App- und Web-basierte Möglichkeit entwickelt, über die Fehler und Verbesserungsvorschläge zentralisiert in einer Datenbank gesammelt und ausgewertet werden können. Die dazu erforderliche Hardware ist bei den Unternehmen und bei den meisten Mitarbeitern bereits vorhanden.



Anwendungsbereich

Mechanische Fertigung, Montage,  
indirekte Bereiche



# Individuelles Lernen

---

*[Effiziente Prozesse und hochqualitative Werkzeuge erfordern eine ständige Weiterentwicklung aller Mitarbeiter.]*

## Motivation

Der individuelle Lernprozess der Mitarbeiter stellt, besonders im Hinblick auf die immer kürzer werdende Halbwertszeit von (Fach-)Wissen, einen wesentlichen Baustein zur Sicherung der unternehmenseigenen Wettbewerbsposition dar. Jedoch ist dieser Prozess häufig mit hohem personellem und zeitlichem Aufwand verbunden. Daher bietet es sich an, mit neuen Konzepten und digitalen Technologien das Lernen effizienter und effektiver sowie gleichzeitig für die Mitarbeiter ansprechender und realitätsnah zu gestalten. Ziel ist es, benutzerorientierte und echtzeitnahe Formen des Lernens zu entwickeln, mit denen die Mitarbeiter befähigt werden, die immer weiter steigenden Anforderungen an sie zu bewältigen.

## Konzeptbeschreibung

Während vor einigen Jahren Lernen noch lediglich daraus bestand, Bücher und Fachzeitschriften zu lesen oder Fortbildungen zu besuchen, hat sich durch die Digitalisierung eine neue Form des Lernens etabliert. Heute ist es in allen Bereichen selbstverständlich, sich mithilfe von webbasierten sowie mobilen Trainings und Moocs (Massive Open Online Courses) weiterzubilden. In virtuellen Lernräumen werden dazu Informationen in verschiedensten medialen Formen digital und jederzeit verfügbar gemacht, wodurch eine deutlich flexiblere und effizientere Gestaltung des individuellen Lernprozesses möglich ist. Außerdem ist es möglich, direktes Feedback zum Lernfortschritt zu integrieren und so die Motivation weiter zu erhöhen. Zur weiteren Nutzungserleichterung bietet sich eine mitarbeiterindividuelle Zuweisung relevanter Informationen an.

Spätestens seit der Entwicklung von Datenbrillen wie der Google Glass und Oculus Rift ist außerdem der Begriff Augmented Reality der Allgemeinheit bekannt. Neben der Verwendung als Unterhaltungsmedium existieren auch zahlreiche Potenziale für das datenbasierte Lernen, bei dem durch Einblenden von Informationen in das Sichtfeld des Nutzers die Theorie und Praxis weiter miteinander verschmelzen. Beispielsweise können beim Blick auf ein Werkstück Fehlerursachen oder Montagefolgen in der realistischen Umgebung abgebildet werden, wodurch sich der Einarbeitungsprozess deutlich verkürzt. Ebenso können durch den Einsatz in Mitarbeiterschulungen beispielsweise die durch Anlauf- sowie Anlernprozesse verursachten Stillstandzeiten verringert und die Fehlerrate während der Produktion gesenkt werden.

## Voraussetzung

Die Möglichkeiten des digital vernetzten Lernens können bereits heute von den Werkzeugbaubetrieben intensiv genutzt werden. Wichtige Voraussetzung dafür ist die zentrale Bereitstellung der vorgestellten digitalen Lern- und Informationsmaterialien durch die Unternehmen. Diese Lernmaterialien und -applikationen können innerhalb des Unternehmensnetzwerks auf gesondert erstellten Webseiten oder Datenbanken bereitgestellt werden. Über die Zuordnung von Schlagwörtern für die Materialien und die Tätigkeitsfelder der Mitarbeiter lässt sich außerdem einfach eine individuelle Informationszuweisung umsetzen. Die erforderlichen mobilen Endgeräte sind bei den meisten Mitarbeitern vorhanden und vollständig akzeptiert, sodass an dieser Stelle weiterer Aufwand auf Unternehmenseite entfällt.

Die Technologie der Augmented Reality hingegen weist aktuell noch einige Schwächen auf, da sie noch nicht vollständig ausgereift und relativ kostenintensiv ist. Außerdem müssen die Modelle für die jeweiligen Werkzeuge händisch erstellt werden, was im Hinblick auf den Unikatcharakter und den entstehenden Zeitbedarf in der Produktion aktuell nicht realisierbar ist. Daher erfolgt ein Einsatz bisher vor allem in der Serienfertigung, wobei bspw.

die Montagelage einzelner Komponenten visualisiert wird. Jedoch werden aktuell erste Prototypen zu Schulungszwecken entwickelt, bei denen entsprechend nur die Gestaltung weniger Werkzeugmodelle erforderlich ist. Mit dem zu erwartenden Fortschreiten des Technologiereifegrads in naher Zukunft wird Augmented Reality jedoch zunehmend stärker in den Fokus rücken.



Anwendungsbereich

Montage, Ausbildung





# Ausblick

---

Angesichts des immer weiter steigenden Kostendrucks im internationalen Wettbewerb bei gleichzeitig steigenden Qualitätsansprüchen und verkürzten Lebenszyklen ist es für deutsche Werkzeugbaubetriebe essenziell, die eigene Leistungsfähigkeit zu steigern, um weiterhin hochqualitative und innovative Werkzeuge erfolgreich am Markt anbieten zu können. Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) schaffen neue Möglichkeiten, Potenziale erfolgreich zu realisieren. Durch den Einsatz von IKT sowie der digitalen Vernetzung können die Transparenz erhöht, die Auslastung gesteigert sowie Fehler vermieden werden. Auf diese Weise lässt sich die steigende Komplexität beherrschen sowie die Effizienz nachhaltig erhöhen. Der Shopfloor als zentraler Ort der Wertschöpfung hat sich insbesondere in den Anwendungsbereichen der Auftragsabwicklung, der Mitarbeiterführung sowie des Wissen & Lernen als sehr geeignet erwiesen.

Übergeordnetes Ziel für die Werkzeugbaubetriebe im Rahmen der digitalen Vernetzung muss die Schaffung von größtmöglicher Transparenz entlang der gesamten Wertschöpfungskette sein. Durch die digitale Aufnahme und Auswertung verfügbarer Daten können Schwachstellen aufgedeckt und Optimierungspotenziale identifiziert werden. So erlauben Montagesteuerungen und Priorisierungsunterstützungen eine effizientere Ausnutzung aller Ressourcen in der Fertigung. Hierbei besitzen die Fragestellungen der Schnittstellen und Datensicherheit besondere Relevanz, denen auch durch Nutzung der Kompetenzen von Softwareanbietern begegnet werden kann. Außerdem kann durch die digitale Vernetzung in besonderem Maße die Ressource Mensch adressiert werden. In Zeiten des demografischen Wandels und Fachkräftemangels wird es in Zukunft

immer bedeutender, Mitarbeiter durch attraktive Arbeitsbedingungen an sich zu binden und das vorhandene Wissen gezielt zu nutzen. Hierfür können moderne IKT wie Tablet-Computer, Apps und auch Virtual Reality Hardware verwendet werden, um Mitarbeitern Informationen zugänglich zu machen und Arbeitsplätze flexibler zu gestalten. Des Weiteren erlauben Datenbanken das zentrale Sammeln des vorhandenen Wissens und damit gezieltes individuelles Lernen. Besonders ist zu betonen, dass es für alle Anwendungsbereiche verschiedene Lösungen mit unterschiedlichsten Initialaufwänden gibt, sodass es sich für die Unternehmen unabhängig von ihrer jeweiligen Ausgangssituation lohnt, sich mit der digitalen Vernetzung zu beschäftigen.

Folglich gilt es zur nachhaltigen Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit, die Umsetzung der folgenden vier, im Rahmen dieser Studie identifizierten, Handlungsempfehlungen anzustreben.

## Zentrale Handlungsempfehlungen:

- 🚩 Schaffung eines Bewusstseins für die Bedeutung von digitaler Vernetzung
- 🚩 Digitalisierung und Zusammenführung aller im Unternehmen vorhandenen Informationen und Daten durch den Einsatz moderner IKT
- 🚩 Schaffung von durchgehender Transparenz entlang der Wertschöpfungskette durch Analyse der Daten sowie Aufdeckung von Zusammenhängen
- 🚩 Nutzung der aufgedeckten Zusammenhänge durch die vorgestellten Digitalisierungslösungen

# Autoren

---



**Dr. Wolfgang Boos**

Geschäftsführender Oberingenieur  
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

---



**Dr. Michael Salmen**

Leiter Abteilung Unternehmensentwicklung  
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

---



**Tobias Hensen**

Gruppenleiter Abteilung Unternehmensentwicklung  
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

---



**Jan Wiese**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Unternehmensentwicklung  
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

---



**Johan de Lange**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Unternehmensentwicklung  
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

---



**David Goertz**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Unternehmensentwicklung  
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

---

# Unsere Studien

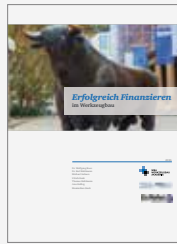
---



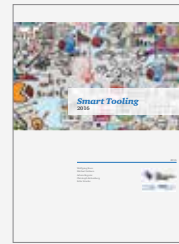
**Erfolgreich Performance Messen**  
2017



**Erfolgreich Fertigungstechnologien Einsetzen**  
2017



**Erfolgreich Finanzieren**  
2016



**Smart Tooling**  
2016



**Tooling in Turkey**  
2016



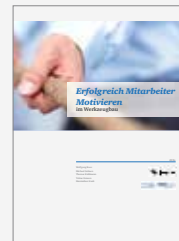
**Tooling in China**  
2016



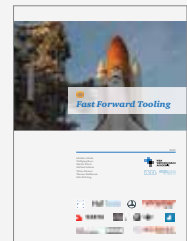
**Erfolgreich Digital Vernetzen**  
2016



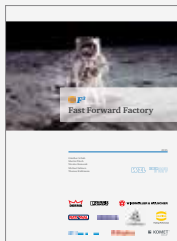
**Tooling in Germany**  
2016



**Erfolgreich Mitarbeiter Motivieren**  
2016



**Fast Forward Tooling**  
2015



**F<sup>3</sup> Fast Forward Factory**  
2015



**World of Tooling**  
2015



**Erfolgreich Kalkulieren**  
2015



**Erfolgreich Planen**  
2015



**Getaktete Fertigung**  
2015



**Tooling in China**  
2015



**Tooling in South Africa**  
2014



---

## ***Herausgeber***

### **WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH**

Karl-Friedrich-Straße 60  
D-52072 Aachen

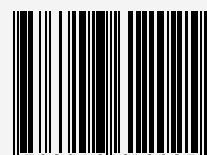
[www.werkzeugbau-akademie.de](http://www.werkzeugbau-akademie.de)

### **Werkzeugmaschinenlabor WZL**

der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen  
Steinbachstraße 19  
D-52074 Aachen

[www.wzl.rwth-aachen.de](http://www.wzl.rwth-aachen.de)

978-3-946612-02-5



9 783946 612025