



Erfolgreich Performance Messen im Werkzeugbau

2017

Wolfgang Boos
Michael Salmen
Tobias Hensen
Max Schippers
Jan Wiese
Thilo Schultes





**WBA
WERKZEUGBAU
AKADEMIE**

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 Industrieberatung, Weiterbildung 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 von 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 Performance Messen im Werkzeugbau

Copyright © 2017

Autoren: Dr. Wolfgang Boos, Dr. Michael Salmen, Tobias Hensen, Max Schippers, Jan Wiese, Thilo Schultes
Gestaltung: Catharina Zeiß

ISBN: 978-3-946612-11-7

Druck: printclub

Fotos: Mit freundlicher Genehmigung von Volvo Ocean Race S.L.U.

1. Edition

WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH
Karl-Friedrich-Straße 60
52072 Aachen
www.werkzeugbau-akademie.de

Werkzeugmaschinenlabor WZL
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
Steinbachstraße 19
52074 Aachen
www.wzl.rwth-aachen.de

Erfolgreich *Performance Messen* im Werkzeugbau

2017

Wolfgang Boos
Michael Salmen
Tobias Hensen
Max Schippers
Jan Wiese
Thilo Schultes



Spotlight

Erfolgreich Performance Messen

Die Effizienz eines Werkzeugbaubetriebs wird maßgeblich durch die Performance auf dem Shopfloor bestimmt. Aufgrund der Vielzahl an Mitarbeitern, eingesetzten Technologien und genutzten Softwaresystemen ist die Auftragsabwicklung in diesem Bereich besonders komplex. Hinzu kommt die permanente Umpriorisierung von eingeplanten Aufträgen durch sogenannte Eilaufträge, die eine ständige Anpassung der Planung erfordern. Um die Komplexität auf dem Shopfloor zu beherrschen, bedarf es einer größtmögli-

chen Transparenz über die Prozesse. Zur Messung der Performance auf dem Shopfloor eignen sich verschiedene Kennzahlen, welche Führungskräften und Mitarbeitern helfen, die richtigen Entscheidungen zu treffen und die relevanten Zielgrößen Zeit, Kosten und Qualität ganzheitlich zu adressieren. Die vorliegende Studie gibt einen Überblick über relevante Kennzahlen im Werkzeugbau und stellt ein mögliches Kennzahlen-Cockpit zur Messung der Performance vor.

77 %

der Mitarbeiter im Werkzeugbau
arbeiten auf dem Shopfloor

22 Kennzahlen

werden durchschnittlich in einem Werkzeugbaubetrieb
zur Performancemessung verwendet

47 %

der Mitarbeiter fühlen sich
nicht gut informiert

88 %

der Werkzeugbaubetriebe planen den zukünftigen Einsatz
eines Kennzahlensystems oder nutzen bereits eines



Ausgangssituation

Die Entdeckung neuer Kontinente und Handelsrouten übte auf frühe Abenteurer einen großen Reiz aus. Mit ihren Segelschiffen stachen sie in unbekannte Gewässer und setzten sich großen Gefahren aus. Durch diese wagemutigen Expeditionen legten sie die Basis für heutige Handelsrouten. Um an die historischen Seerouten der letzten großen Rahsegler zum Transport von Handelsgütern um die Welt zu erinnern, wurde 1973 das erste The Whitbread Round the World Race gestartet. Mittlerweile wurde das Rennen in Volvo Ocean Race umbenannt und findet alle drei Jahre statt. Aufgeteilt in mehrere Etappen mussten bei dem letzten Rennen insgesamt rund 71.700 km zurückgelegt werden. Somit gehört die Regatta zu den härtesten Herausforderungen im Segelsport. Ein Preisgeld für den Gewinner gibt es übrigens nicht – dem Sieger gebühren Ruhm und Ehre.

Der Schlüssel zur erfolgreichen Absolvierung dieser Regatta ist die Beherrschung der Navigation. Der direkte Weg ist in den seltensten Fällen der schnellste Weg, da Strömungen und Wetterlagen einen großen Einfluss auf die Geschwindigkeit haben. Zur Navigation sind viele Messmittel und Daten erforderlich. Durch den technologischen Fortschritt ist die Anzahl der technologischen Instrumente zum Navigieren kontinuierlich gestiegen und die Seefahrt, nicht nur im Segelsport, effizienter und sicherer geworden. Eine der wichtigsten Informationen ist beispielsweise die Kenntnis der eigenen Position. Mit Einführung der GPS-Technologie konnte dies erheblich vereinfacht werden.

Auch in produzierenden Unternehmen ist die genaue Kenntnis der Position und Leistungsfähigkeit von entscheidender Bedeutung für die Erreichung von (strategischen) Zielen. Werkzeugbaubetriebe bedienen sich oft einfacher Hilfsmittel, um die eigene Performance zu messen. Maßgeblichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit eines Werkzeugbaubetriebs haben die Prozesse, die auf dem Shopfloor stattfinden. Dort wird ein großer Teil der Wertschöpfung, nämlich die mechanische Fertigung von Bauteilen, die Montage sowie die Erprobung der Werkzeuge, generiert.

Um die Auftragsabwicklung auf dem Shopfloor effizient und effektiv zu gestalten, bedarf es einer umfangreichen und detaillierten Kenntnis über die Abläufe. Hierzu können auf unterschiedlichen Granularitätsebenen datenbasierte Kennzahlen herangezogen werden. Wer jedoch versucht, geeignete Kennzahlen zur Performancemessung im Werkzeugbau zu identifizieren, sieht sich einem schier unendlichen Angebot an möglichen Kennzahlen ausgesetzt. Oftmals sind Kennzahlen aus der Literatur zu allgemein und lassen keine Rückschlüsse auf konkrete Defizite zu oder aber sie sind für die Serienproduktion entwickelt worden und ermöglichen in der Unikatfertigung nur bedingt eine Aussage über die Performance. Deshalb fällt es Werkzeugbaubetrieben häufig schwer, die richtigen Kennzahlen auszuwählen, die ein optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis in Bezug auf den Erhebungsaufwand der Daten und die Aussagekraft der Kennzahl aufweisen und sich somit zur erfolgreichen Performancemessung eignen.

Es gilt, die richtigen Kennzahlen zu identifizieren, um die relevanten Aspekte der Wertschöpfung – Zeit, Kosten und Qualität – in geeigneter Weise darzustellen und eine Bewertung der Performance zulassen. So sind sowohl Kennzahlen relevant, die den Erstellungsprozess eines Werkzeugs bewerten, als auch Kennzahlen, welche Informationen über einen einzelnen Prozess wie beispielsweise das Fräsen widerspiegeln.

Die vorliegende Studie gibt einen Überblick über Kennzahlen entlang der Wertschöpfungskette, welche sich besonders zur Messung der Performance auf dem Shopfloor eines Werkzeugbaubetriebs eignen. Die Kennzahlen sowie ihr Datenbedarf werden dazu beschrieben und Vorschläge zur Visualisierung gegeben. Zusätzlich wird ein Kennzahlen-Cockpit vorgestellt, welches die Kennzahlen übersichtlich zur Darstellung auf dem Shopfloor oder für die Werkzeugbauleitung zusammenfasst.



71.700 km
müssen bei der Regatta
Volvo Ocean Race
zurückgelegt werden



77 %
der Mitarbeiter im
Werkzeugbau sind auf dem
Shopfloor tätig

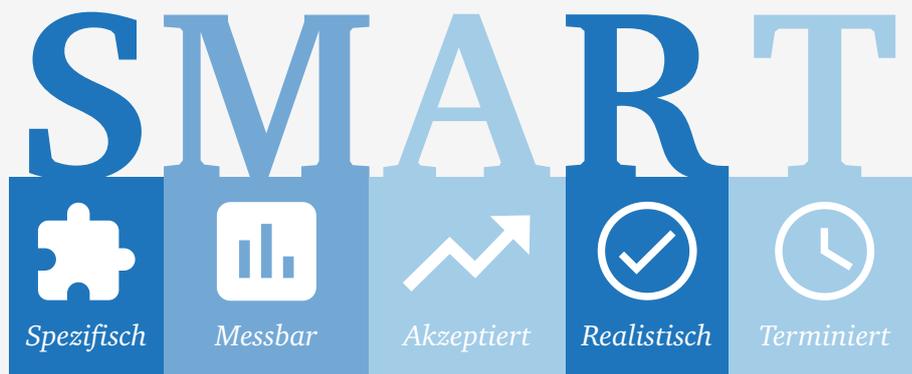
Potenziale der Performance-messung auf dem Shopfloor

Für die schnelle und spezifische Definition von Zielen ist es entscheidend, jederzeit einen Überblick über die Performance auf dem Shopfloor zu haben. Hierbei kommt es zunächst nicht auf eine umfassende Detaillierung der Informationen an, sondern darauf, Einzelinformationen zu verdichten und in Form von Kennzahlen-Cockpits verständlich darzustellen. Vor der Einführung von Kennzahlen sind jedoch zuerst Ziele aus der Unter-

nehmensstrategie abzuleiten, deren Erreichung mithilfe der Kennzahlen überprüft werden soll. Ebenso müssen die zu erhebenden Daten den Kennzahlen zugeordnet werden. Basierend auf der Erhebung der Kennzahlen sind Maßnahmen abzuleiten, welche zur Erreichung der gesetzten Ziele dienen. Insgesamt wird durch diesen Kreislauf eine systematische Verbesserung der Performance ermöglicht.

Vorgehensweise zur Performancemessung





Jede ausgewählte Kennzahl muss geeignet sein, um die Erreichung von Zielen zu messen. Die Ziele sind hierfür „SMART“ zu formulieren. Nur Kennzahlen, die spezifisch, über definierte Zeiträume messbar und für den Werkzeugbau relevant sind, eignen sich für die Performancemessung.

Die Auswahl der richtigen Kennzahlen ermöglicht das effiziente Setzen von Zielen und die anschließende Verfolgung der Zielerreichung. Hierfür ist es wichtig, die richtigen Kennzahlen auszuwählen und adressatengerecht darzustellen. Diesbezüglich unterscheiden sich die Anforderungen von Führungskräften und Mitarbeitern. Für Führungskräfte ist es wichtig, innerhalb von kurzer Zeit einen Überblick über die komplexen Vorgänge auf dem Shopfloor zu bekommen. Damit ist gewährleistet, dass Defizite schnell erkannt werden. Zudem benötigen Führungskräfte Kennzahlen, die ihnen dabei helfen, ihre unterschiedlichen Mitarbeiter zielgerichtet zu führen.

Auch Mitarbeiter benötigen anforderungsgerecht aufbereitete Informationen. Durch die Betrachtung der Tätigkeitsfelder einzelner Werkzeugbaubereiche in Form von Kennzahlen werden die Mitarbeiter in die Lage versetzt, Entscheidungen zu treffen, Defizite zu erkennen und Verbesserungsvorschläge zu unterbreiten. In Folge dessen kann die Mitar-

beitermotivation und auch die Effizienz gesteigert werden. Hierfür müssen Kennzahlen bedarfsgerecht ausgewählt werden.

Eine effiziente Performancemessung erfordert das regelmäßige und vergleichbare Ermitteln von Kennzahlen. Um die Vergleichbarkeit sicherzustellen, ist für jede Kennzahl die Erhebungsmethode und -frequenz zu definieren. Einzelne Kennzahlen sind für die Identifikation von Problemen von besonderer Bedeutung. Diese Kennzahlen gilt es daher möglichst echtzeitnah zu aktualisieren. Dagegen ist beispielsweise bei der Messung der Schulungstage ein monatliches Update ausreichend. Bezüglich der Festlegung der Aktualisierungsintervalle ist das Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen zu beachten. Großes Potenzial bietet die automatisierte Erhebung von Kennzahlen, weil hierdurch Aufwand und Fehler reduziert werden.

Neben der Auswahl der richtigen Kennzahlen ist die Darstellung der Kennzahlen in einem anforderungsgerechten und intuitiv verständlichen Kennzahlen-Cockpit von hoher Bedeutung. Dafür müssen die Kennzahlen so aufbereitet werden, dass jeder Mitarbeiter die für ihn relevanten Kennzahlen sofort verstehen kann. Nur so ist es möglich, die Performancemessung als effektives Management-Tool einzusetzen.



47 %

der Mitarbeiter fühlen sich nicht gut informiert



Matt Knighton / Abu Dhabi Ocean Racing / Volvo Ocean Race

Kennzahlenübersicht

Um ein Kennzahlen-Cockpit im Werkzeugbau zielgerichtet einzusetzen, bedarf es einer Auswahl spezifischer Kennzahlen, welche die Performance in geeigneter Weise widerspiegeln. Hierzu müssen Kennzahlen definiert werden, welche zum einen auf Basis der vorhandenen Daten effizient zu erheben sind und zum anderen prägnante Aussagen in Bezug auf die Performance ermöglichen.

Im Folgenden wird eine Auswahl an Kennzahlen vorgestellt, die sich sehr gut für diese Zielsetzung im Werkzeugbau eignen. Die Zusammenstellung der Kennzahlen erfolgte mit Hilfe von Erfahrungswerten aus dem Wettbewerb „Excellence in Production“, in dem Werkzeugbaubetriebe anhand eines Kennzahlensystems verglichen werden. In die Auswahl der Kennzahlen sind ebenfalls Best-Practice-Beispiele aus Beratungsprojekten der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie eingeflossen.

Die Kennzahlen sind entsprechend des Anwenderkreises gegliedert. Einleitend werden zunächst Kennzahlen für die Werkzeugbauleitung vorgestellt. Für diese sind übergeordnete Kennzahlen von Bedeutung, welche die Leistung des gesamten Werkzeugbaus erfassen. Insbesondere sind die Kenn-

zahlen so zu wählen, dass die Leistungsfähigkeit gegenüber Kunden messbar ist. Hierunter fallen zum Beispiel die Termintreue und die Reklamationsquote. Zum Teil ist in mehreren Bereichen die Erhebung der übergeordneten Kennzahlen ebenso empfehlenswert. Jedoch müssen die Bilanzgrenzen bereichsspezifisch definiert werden. Beispielsweise empfiehlt sich die Messung der Termintreue und weiterer Kennzahlen sowohl in der Konstruktion als auch in der Fertigung. Bezugsrahmen für die Termintreue ist in diesem Fall der jeweilige Zieltermin in den Bereichen.

Anschließend werden für die wichtigsten Bereiche im Werkzeugbau ausgewählte Kennzahlen vorgestellt. Die Reihenfolge der Vorstellung ist hierbei an der Wertschöpfungskette des Werkzeugbaus orientiert. Diese Kennzahlen geben den Mitarbeitern in den Bereichen Aufschluss über die Leistungsfähigkeit ihrer Bereiche.

Die Kennzahlen werden detailliert auf den folgenden Seiten vorgestellt. Jede Kennzahlbeschreibung enthält Angaben zum Ziel und der Definition der Kennzahl. Ebenfalls werden nötige Voraussetzungen, die Erhebungsmethode und ein Vorschlag zur Visualisierung beschrieben.

Werkzeugbauleitung

Die Werkzeugbauleitung trägt die Gesamtverantwortung für die Koordination, Kontrolle und Weiterentwicklung des Werkzeugbaubetriebs. Kernaufgabe ist die Sicherstellung einer kosten-, qualitäts- und termingerechten Herstellung von Werkzeugen. Damit einher geht die Lieferantenauswahl und -entwicklung, um verlässliche Partner für die externen Wertschöpfungsumfänge aufzubauen.

Die Werkzeugbauleitung trägt eine hohe Verantwortung im Unternehmen und muss sich daher schnell und effizient über die Performance des Werkzeugbaus informieren können. Die folgenden spezifischen Kennzahlen wurden zu diesem Zweck für die Werkzeugbauleitung ausgewählt.

Verteilung Auftragsarten

Werkzeugbaubetriebe, die einen Mix aus verschiedenen Auftragsarten bearbeiten, werden mit den unterschiedlichen Eigenschaften der Auftragsarten konfrontiert. Reparaturaufträge müssen üblicherweise dringlich bearbeitet werden und erfordern daher kurze Durchlaufzeiten. Bei der Erstellung von Neuwerkzeugen liegt der Fokus eher auf einer effizienten Bearbeitung mit hoch ausgelasteten Bearbeitungsmaschinen. Um einen Werkzeugbaubetrieb optimal auf die unterschiedlichen Ansprüche auszurichten, ist ein Überblick über die Anteile der einzelnen Auftragsarten und deren Veränderung ein wichtiges Hilfsmittel. Diese Verteilung kann für die Zuteilung von Ressourcen für die Bearbeitung der Aufträge genutzt werden. Je nach Gewichtung der

Auftragsarten, kann eine Segmentierung der Ressourcen nach planbaren und unplanbaren Aufträgen effizienter sein.

Um die Auftragsarten zu erfassen, gilt es, die Auftragseingänge zu dokumentieren und nach Art und Umfang zu gliedern. Auf diese Weise kann der Anteil einer Auftragsart im Vergleich zu den gesamten Aufträgen bestimmt werden.

Der Auftragsartanteil lässt sich als Quotient der genannten Größen ausdrücken. Dabei kann der Zeitraum der Periode beliebig gewählt werden. Gängige Zeitspannen sind monatliche, quartalsweise oder jährliche Erhebungen.

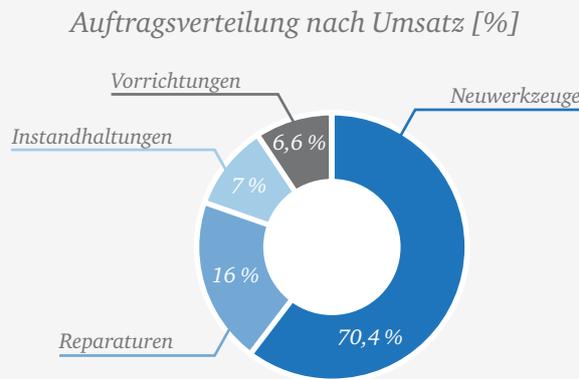


70,4 %

beträgt der durchschnittliche Anteil von Neuaufträgen am Umsatz



$$\text{Anteil Auftragsart [\%]} = \frac{\text{Auftragseingänge des Bereiches der Periode}}{\text{Gesamt Auftragseingänge der Periode}}$$



Termin-treue von Aufträgen

Der Werkzeugbau ist verantwortlich für die Versorgung der Kunden mit Werkzeugen. Die Termintreue wird in der Branche Werkzeugbau als wichtigstes Differenzierungsmerkmal wahrgenommen. Die Herausforderungen bei der Einhaltung der vereinbarten Termine besteht in einer systematischen Planung und Steuerung der Aufträge, inklusive der externen Wertschöpfungsumfänge. Viele Werkzeugbaubetriebe werden mit Änderungswünschen und späten Beauftragungen bei gleichbleibenden Fertigstellungsterminen konfrontiert. Daher ist es sinnvoll, Termine in Angeboten nur bis zu einer gesetzten Frist zu garantieren. Danach sind realistische Termine klar zu kommunizieren und mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Die Kennzahl Termintreue von Aufträgen liefert Erkenntnisse über die Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit innerhalb des Werkzeugbaus. Grundsätzlich lässt sich die Termintreue eines Werkzeugbaubetriebs als Ganzes gegenüber dem Kunden definieren. Gleichzeitig erlaubt die Kontrolle der Termintreue von Zulieferern jedoch auch das Ergreifen von Handlungsmaßnahmen zur Optimierung von Lieferketten. Abweichungen in der Liefertermintreue sind ein Indiz für Poten-

ziale im Auftragsabwicklungsprozess. Weiterhin gilt es zu beachten, dass die Termintreue als Kennzahl für die verschiedenen Bereiche definiert werden kann.

Speziell die Überwachung der Montage hinsichtlich Termintreue und Durchlaufzeit ist essenziell, um den Anforderungen der Kunden gerecht zu werden. Zu hohe Liege- und Transportzeiten führen zu Zeitverzügen, die im ungünstigsten Fall zu Unterbrechungen der Serienproduktion führen.

Einen großen Einfluss auf die Termintreue eines Werkzeugbaus hat außerdem die Konstruktion. In der Regel dürfen externe Bestellungen und interne Fertigungsaufträge erst nach dem Abschluss der Konstruktion ausgelöst werden. Dies bedeutet, dass mangelnde Termintreue in der Konstruktion bereits in frühen Projektphasen zu nicht aufholbaren Verzögerungen führt. Für eine kontinuierliche Verbesserung der Termintreue empfiehlt es sich daher, die Termineinhaltung für die Konstruktion zu überwachen. Dafür ist es unerlässlich, dass für jedes Werkzeugprojekt ein fester Meilenstein „Abschluss Konstruktion“ festgelegt wird.



26,1 %

der Aufträge werden im Durchschnitt nicht termingerecht ausgeliefert

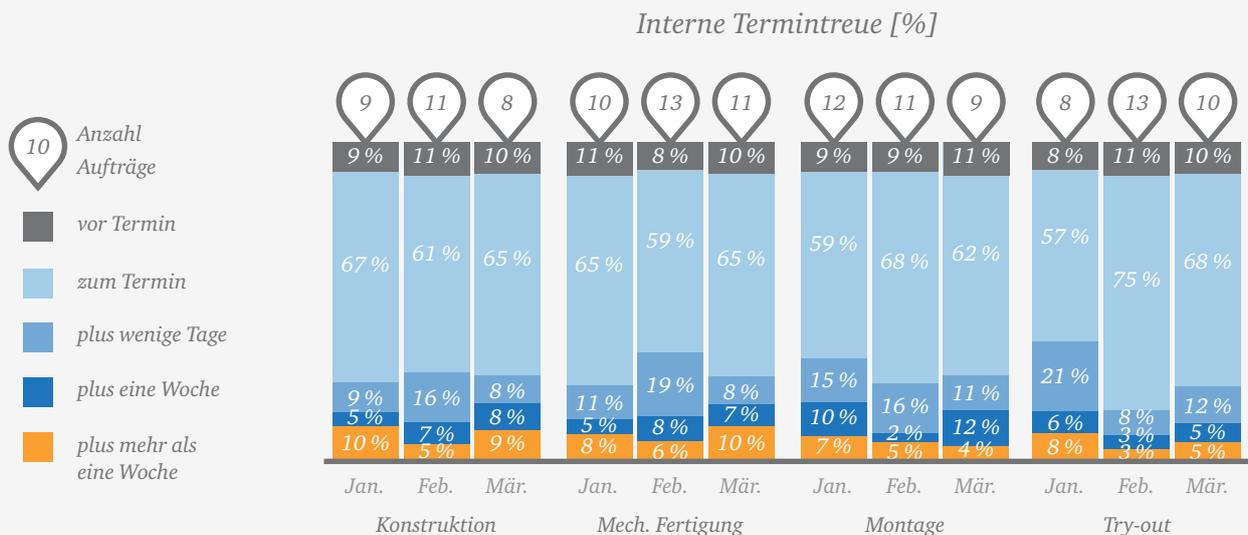


$$\text{Terminabweichung eines Auftrags [Tage]} = \text{Liefertermin}_{\text{plan}} - \text{Liefertermin}_{\text{Ist}}$$

Zur Erhebung der Termintreue von Werkzeugen müssen vorher geplante Meilensteine, wie die Auslieferung des Werkzeugs, mit den tatsächlich gemessenen Zeiten abgeglichen werden. Weiterhin bedarf es grundsätzlich eines Arbeits- und Terminplans. Neben dem Anteil an pünktlichen Aufträgen ist ebenfalls das Ausmaß der Terminabweichung zu erheben, um zwischen großen und kleinen Terminabweichungen zu unterscheiden. Eine Herausforderung bei der Erhebung der Termintreue ist die Situation, wenn sich ein Bereich bereits in Verzug befindet und dadurch die Folgebereiche ebenfalls in Verzug kommen. Auf diese Weise kann der geplante Beginn der Arbeiten in den Folgebereichen nicht eingehalten werden und es

kommt zu Terminabweichungen, welche die Bereiche nicht selbst verschuldet haben. Da am Ende der Wertschöpfungskette aber ein fester Kundentermin bedient werden muss, empfiehlt es sich, an den definierten Terminen je Bereich festzuhalten.

Eine übersichtliche Darstellung der Termintreue kann beispielsweise durch ein Balkendiagramm erfolgen, um Häufungen von verschobenen Lieferterminen zu erkennen und Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Weiterhin bietet sich eine periodische Darstellung der Entwicklung der Termintreue an, um eine optimale Vergleichbarkeit dieser Entwicklung innerhalb eines Bereichs zu gewährleisten.



Durchlaufzeit je Auftrag und Bereich

Neben der Einhaltung von Vorgabezeiten durch einzelne Bearbeitungsprozesse ist auch deren Zusammenspiel ein entscheidender Faktor bei der Schnelligkeit der Auftragsabwicklung. Erfahrungsgemäß nehmen allein die Liegezeiten zwischen den einzel-

nen Bearbeitungsschritten bis zu 90 % der Durchlaufzeit ein. Die Durchlaufzeit ist daher ein wichtiger Indikator zur Beurteilung des Auftragsabwicklungsprozesses. Mithilfe von klaren Steuerungsprinzipien und Verantwortlichkeiten lassen sich die Durchlaufzei-

ten drastisch verkürzen. Ein sehr hoher Auftragsbestand, der bereits für die Bearbeitung freigegeben wurde, wirkt sich negativ auf die Durchlaufzeit aus, da die Ressourcen maximal ausgelastet werden und sich die einzelnen Aufträge so gegenseitig behindern. Kurze Durchlaufzeiten schaffen Handlungsspielraum, um schnell auf Kundenanfragen reagieren zu können.

Die Durchlaufzeit umfasst das Zeitintervall, welches ein Produkt von Beginn der Bearbeitung bis zur Fertigstellung benötigt. Die

Durchlaufzeit kann in Rüstzeit, Bearbeitungszeit und Liegezeit aufgeteilt werden. Die Ermittlung der Durchlaufzeit kann auf verschiedene Arten erfolgen. Einerseits besteht die Möglichkeit, die Durchlaufzeit durch Aufnahme und Addition aller Einzelkomponenten des Produktentstehungsprozesses zu ermitteln. Andererseits kann die Durchlaufzeit auch als Differenz von Auftragseingang und Auslieferungszeitpunkt bestimmt werden. Bei einem Vergleich ist dabei der Auftragswert zu beachten.



$f(x)$ Durchlaufzeit [Tage] = \sum Bearbeitungszeit + \sum Transportzeit + \sum Liegezeit



$f(x)$ Durchlaufzeit [Tage] = Eintrittszeitpunkt – Austrittszeitpunkt

Die Durchlaufzeit ist je Auftrag zu ermitteln. Auf diese Weise lassen sich Durchschnittswerte bilden, welche sich mit anderen Kennzahlen, wie der Wertschöpfung je Auftrag, ins Verhältnis setzen lassen. Die Durchlauf-

zeit und damit auch Durchschnittswerte lassen sich ebenso für jeden Bereich erheben. So kann die Verteilung der Durchlaufzeit eines Auftrags entlang der Wertschöpfungskette aufgliedert werden.

Kostenabweichung von Werkzeugprojekten

Die Beurteilung der Kostenabweichung von Werkzeugprojekten bietet eine Kontrollmöglichkeit, um die Kalkulation und die Auftragsabwicklung zu prüfen. Wenn dies nicht kontinuierlich, sondern nur am Jahresende und werkzeugprojektspezifisch erfolgt, fällt die Suche nach Ursachen für Kostenabweichungen umso schwerer. Fast ein Viertel aller Aufträge erfahren im Durchschnitt eine Budgetüberschreitung. Daher ist der Ver-

gleich zwischen Ist- und Plankosten für jedes einzelne Werkzeugprojekt zu erstellen. Es ist empfehlenswert, dies auch projektbegleitend durchzuführen, um die Kostenentwicklung der einzelnen Werkzeugprojekte zu betrachten. Bei Abweichungen kann dann geprüft werden, ob Aufwände in der Kalkulation unterschätzt wurden oder Probleme im Auftragsabwicklungsprozess aufgetreten sind.



$f(x)$ Kostenabweichung [€] = Istkosten – Plankosten



79 Tage

beträgt die durchschnittliche Durchlaufzeit für Spritzgießwerkzeuge bei einem Auftragswert von 78.500 €



126 Tage

beträgt die durchschnittliche Durchlaufzeit für Blechbearbeitungswerkzeuge bei einem Auftragswert von 162.000 €

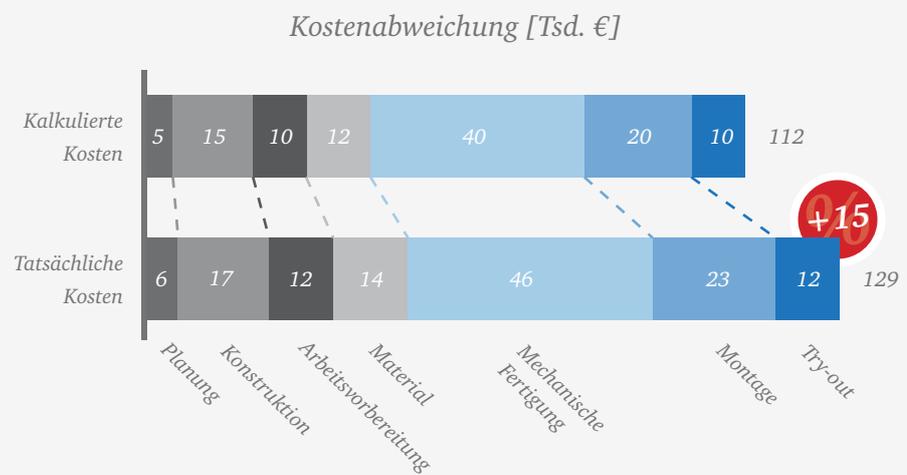


76,8 %

der Aufträge werden ohne Budgetüberschreitung bearbeitet

Die Erhebung der Kostenabweichung erfolgt in Form eines Saldos zwischen rückgemeldeten Istkosten und den ursprünglich kalkulierten Kosten. Diese sind die Summe der einzelnen Kostenpositionen, wie Konstruktions-, Fertigungs-, Fremdleistungs- und Materialkosten, die meistens aus den Arbeitsstunden multipliziert mit Stundensätzen berechnet

werden. Notwendig zur Erhebung der Kostenabweichung ist eine Kalkulation der einzelnen Prozessschritte mit den entsprechenden Plankosten. Ebenfalls sind aufgewendete Stunden und verwendetes Material gemäß dem Arbeitsplan zeitnah zu erfassen, um den Kostenabgleich fortwährend durchführen zu können.



Reklamationsquote und -aufwand durch Kunden

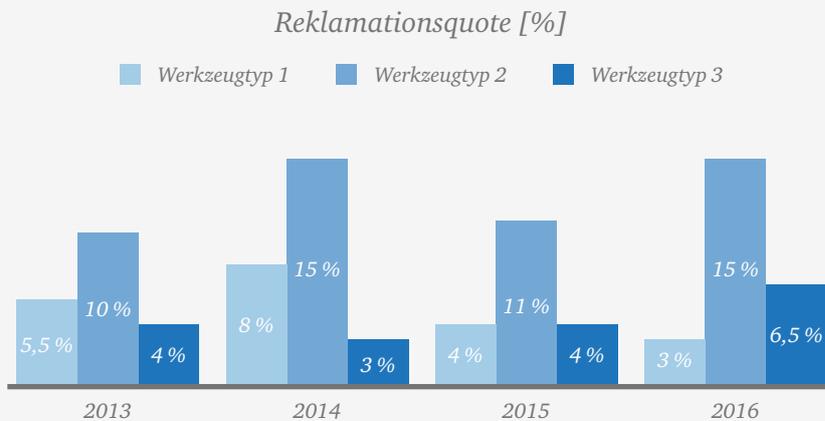
Die Lieferung von fehlerfreien Werkzeugen wird von den Kunden vorausgesetzt. Das Feedback der Kunden zur Qualität der gelieferten Werkzeuge ist daher zu dokumentieren und auszuwerten. Die Häufigkeit von Reklamationen und der verursachte Aufwand zur Behebung der Reklamation eignen sich als Kennzahlen, um das Kundenfeedback systematisch zu erfassen. Qualitätsprobleme sollten im Normalfall schon im Try-out behoben

worden sein. Daher muss die Werkzeugbauleitung bereits bei niedrigen Reklamationsquoten Ursachenforschung betreiben und Verbesserungsmaßnahmen ergreifen.

Als Messgröße für ein erfolgreiches Qualitätsmanagement ist daher die Reklamationsquote gegenüber Lieferungen zu empfehlen. Sie beschreibt das Verhältnis aus Reklamationen zur Anzahl der Bestellungen.



$$\text{Reklamationsquote [\%]} = \frac{\text{Anzahl reklamierter Lieferungen im letzten Jahr}}{\text{Anzahl Lieferungen im letzten Jahr}}$$



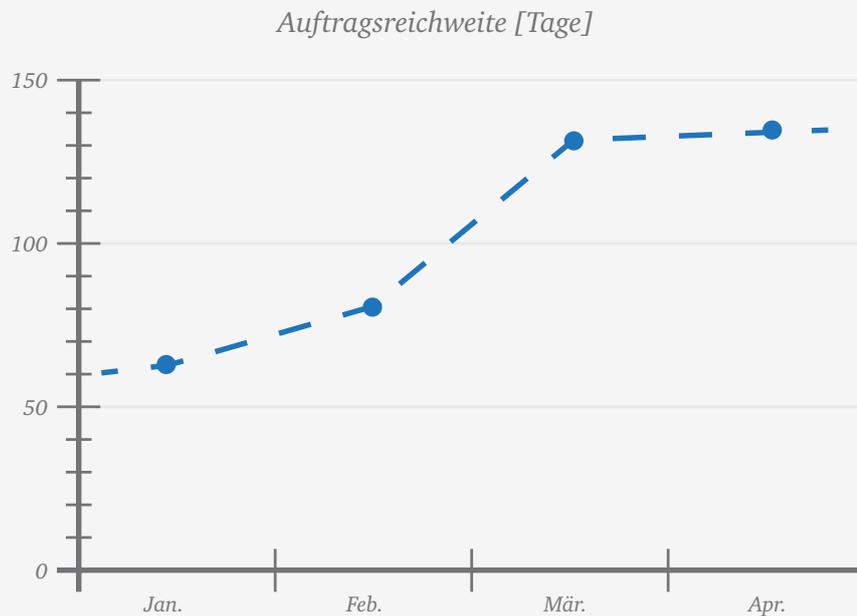
Voraussetzung für die Berechnung der Reklamationsquote ist ein systematisches Reklamationsmanagement. Fehlerhafte Lieferungen müssen dokumentiert werden, um so die Anzahl der reklamierten Lieferungen im Verhältnis zu den Lieferungen ohne Reklama-

tion leicht zu ermitteln. Dies geschieht in den meisten Betrieben automatisiert mit Hilfe eines ERP-Systems. Für die Aktualisierung der Reklamationsquote ist ein monatliches Intervall empfehlenswert.

Auftragsreichweite

Die Werkzeugbauleitung befasst sich mit der Auftragsreichweite, um die geplante Auslastung der eigenen Ressourcen zu beurteilen. Basierend auf dieser Information kann die Werkzeugbauleitung Entscheidungen bezüglich der Annahme von Aufträgen und der externen Vergabe von Wertschöpfungsumfängen fällen. Mithilfe des zeitlichen Verlaufs der Auftragsreichweite in einem Kalenderjahr lassen sich ebenso wiederkehrende Phasen mit besonders vielen oder wenigen Aufträgen besser beurteilen.

Die Kennzahl Auftragsreichweite gibt an, wie viele Tage der momentane Auftragsbestand noch ausreicht, um die Produktion von Werkzeugen weiter fortzuführen. Als Vergleichswert zur Abarbeitungsgeschwindigkeit der Aufträge wird der Umsatz des letzten Kalenderjahres herangezogen. Entsprechend müssen relevante Maßnahmen getroffen und umgesetzt werden, wie die Forcierung von Vertriebsgesprächen mit Kunden sowie die Erhöhung von Marketingaktivitäten bei niedriger Auftragsreichweite.



Die Herausforderungen bei der Bestimmung der Auftragsreichweite liegen in der Aufteilung der Wertschöpfung eines Auftrags gemäß den einzelnen Bereiche und der Berücksichtigung des Wertschöpfungsanteils von externen Partnern. Da ein Auftrag zu unterschiedlich großen Anteilen sequenziell von den einzelnen Bereichen des Werkzeugbaus bearbeitet wird, treten in einzelnen Bereichen temporär Über- oder Unterauslastungen auf. Diese sind spätestens in der Grobplanung der Aufträge zu identifizieren und zu beseitigen. Bei stark schwankenden Anteilen der Wertschöpfung von externen Partnern ist es notwendig, den Auftragsbestand ohne die externen Wertschöpfungsumfänge zu berechnen. Auf diese Weise werden

die Aufträge entsprechend ihres tatsächlichen Umfangs für den eigenen Bereich bewertet.

Zur Berechnung der Auftragsreichweite ist eine Erfassung der gesamten Auftragssumme und ein Abgleich mit dem Gesamtumsatz des letzten Geschäftsjahres erforderlich. Hierzu ist eine detaillierte Auflistung der Aufträge bezüglich ihres Auftragswerts unabdingbar. Der Umsatz erschließt sich aus der Gewinn- und Verlustrechnung des Unternehmens. Bei der Berechnung wird angenommen, dass die Ressourcen des Werkzeugbaus sich nicht maßgeblich im Vergleich zum Vorjahr verändert haben.

$$f(x) \text{ Auftragsreichweite [Tage]} = \frac{\text{Auftragsbestand}}{\text{Umsatz der letzten 12 Monate}} * 360 \text{ Tage}$$

Überstundenquote

Die Mitarbeiter sind eine wichtige Ressource in einem produzierenden Unternehmen. Kommt es zu unerwarteten Terminverschiebungen oder Mehraufwänden in der Produktion, werden häufig Überstunden eingesetzt, um dennoch Termine einzuhalten. Terminverschiebungen resultieren aus kundengetriebenen Änderungen oder internen Gründen, wie dem Ausfall einer Produktionsmaschine. Die Überstundenquote gibt

Aufschluss über den Beschäftigungsgrad der Mitarbeiter. Eine hohe Überstundenquote über einen längeren Zeitraum bedeutet, dass die Kapazitäten der Mitarbeiter ausgeschöpft sind. Überstunden werden in der Regel mit erhöhten Zuschlägen entlohnt, was zu einer überproportionalen Erhöhung der Personalkosten im Vergleich zu den geleisteten Stunden führt.

$$f(x) \quad \text{Überstundenquote [\%]} = \frac{\text{Geleistete Stunden} - \text{Vereinbarte Arbeitsstunden}}{\text{Vereinbarte Arbeitsstunden}}$$

Die Überstundenquote kann in verschiedenen Perioden erhoben werden, wie zum Beispiel pro Monat, pro Quartal oder pro Jahr. Die Gliederung kann anhand von Bereichen oder Kostenstellen erfolgen. Wichtigste Voraussetzung zur Ermittlung der Überstundenquote ist die systematische Aufzeichnung der Arbeitszeiten. Als Reaktion auf zahlreiche

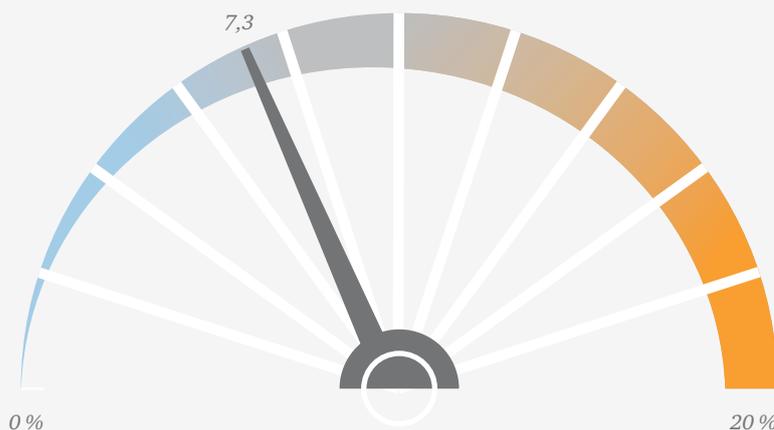
Überstunden lassen sich Gegenmaßnahmen, wie beispielsweise eine temporäre Unterstützung für die entsprechenden Bereiche oder eine langfristige Aufstockung des Personals, einleiten. Ebenfalls ist die Vergabe zusätzlicher Wertschöpfungsumfänge an externe Partner möglich.



3,8 %

beträgt die durchschnittliche Überstundenquote im Werkzeugbau

Gesamtüberstundenquote im Monat [%]



Konstruktion



70 %

der gesamten Werkzeugkosten werden durch die Konstruktion festgelegt

In der Werkzeugkonstruktion werden die Methoden festgelegt, 3D-Modelle der Werkzeuge erstellt und Toleranzen definiert. Durch die Position am Anfang der Wertschöpfungskette kommt der Konstruktion eine hohe Bedeutung für die erfolgreiche Durchführung von Werkzeugprojekten zu. Zwar werden in der Konstruktion meist weniger als 10 % der Kosten verursacht, jedoch legt die Konstruktion bereits 70 % der gesamten Werkzeugkosten fest.

Aufgrund der hohen Komplexität und der notwendigen Kreativität im Konstruktionsprozess verzichten viele Werkzeugbaubetriebe auf eine Performancemessung in der Konstruktion. Durch den hohen Einfluss der Konstruktion auf Kosten, Termin und Zeit ist eine Performancemessung jedoch unbedingt zu empfehlen. Drei Kennzahlen, mit deren Hilfe sich die Performance in der Konstruktion transparent messen lässt, werden im Folgenden vorgestellt.

Produktivzeitanteil

In vielen Werkzeugbaubetrieben werden weniger als 50 % der Arbeitszeit in der Konstruktion für auftragsbezogene Konstruktionsarbeiten genutzt. Häufig wird ein Großteil der Arbeitszeit beispielsweise für geplante und ungeplante Besprechungen aufgewendet. Dies führt dazu, dass häufig über längere Zeiträume nicht aktiv an Werkzeugprojekten

gearbeitet werden kann. Durch „mentale Rüstzeiten“ entstehen Fehler und hohe Durchlaufzeiten. Um eine hohe Produktivität in der Konstruktion zu gewährleisten, muss ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen auftragsbezogenen und sonstigen Tätigkeiten gewährleistet sein. Hierzu empfiehlt sich die Messung des Produktivzeitanteils.

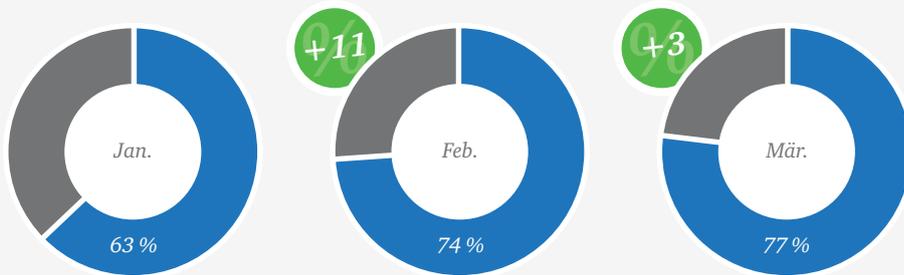


$$\text{Produktivzeitanteil [\%]} = \frac{\text{Auftragsbezogene produktive Konstruktionsstunden}}{\text{Geleistete Gesamtarbeitszeit in der Konstruktion}}$$

Durch die Messung des Produktivzeitanteils wird transparent, welcher Anteil der Arbeitszeit zur auftragsbezogenen produktiven Arbeit genutzt wird. Es ist empfehlenswert, den Produktivzeitanteil, auf Basis von zurückgemeldeten Stunden für den letzten Monat, zu ermitteln. Ein niedriger Produktivzeitanteil kann anschließend sowohl ein Anzeichen für eine geringe Auslastung der Konstruktion sein als auch die Folge von zu vielen Besprechungen oder vielen Nebenauf-

gaben. Im zweiten Fall kann analysiert werden, ob der Teilnehmerkreis in den jeweiligen Besprechungen richtig gewählt wurde. Eine Optimierung des Teilnehmerkreises von Besprechungen kann zu einem deutlichen Anstieg der Produktivität in der Konstruktion führen. Ein Zielwert für den Produktivzeitanteil muss in jedem Unternehmen individuell festgelegt werden, da je nach Unternehmensgröße und -kultur ein unterschiedlicher Produktivzeitanteil optimal ist.

Produktivzeitanteil [%]



Anzahl benötigter Änderungen nach Ursachen

Konstruktionsänderungen führen in Werkzeugprojekten häufig zu deutlichen Mehrkosten und zu Verzögerungen im Projektablauf. Sie haben somit einen erheblichen Einfluss auf die Abläufe im Werkzeugbau. Änderungen sind sowohl die Folge von veränderten Vorgaben durch den Kunden als auch das Resultat von Fehlern. Im Fall von veränderten Kundenvorgaben ist zwischen bezahlten und nicht bezahlten Änderungen zu unterscheiden. Im Durchschnitt sind 18,3 % aller Aufträge im Werkzeugbau extern verursachte Änderungsaufträge. Neben diesen Änderungsaufträgen gibt es auch intern verursachte Änderungen, welche möglichst

vermieden werden sollten. Ebenso werden Konstruktionsänderungen durch Optimierungsvorschläge, beispielsweise aus der mechanischen Fertigung, angeregt.

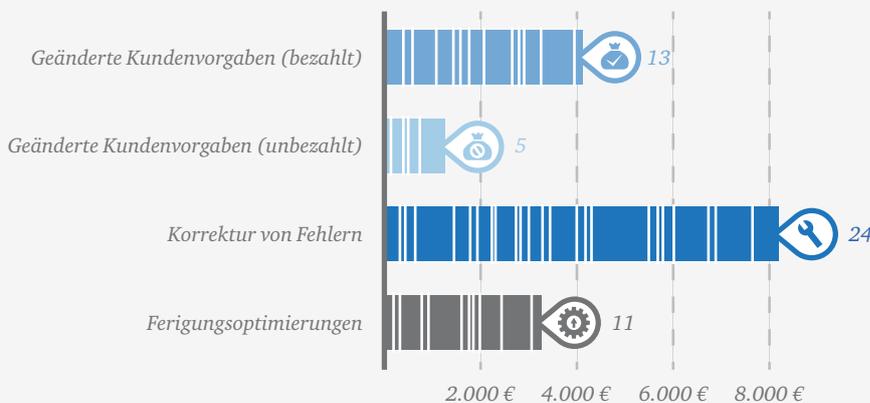
Durch eine systematische Auswertung der Anzahl benötigter Änderungen werden die Ursachen von Mehrkosten transparent. Hierauf aufbauend wird beispielsweise die systematische Ableitung von Maßnahmen zur Fehlervermeidung möglich. Dies ist, aufgrund der weitreichenden Kostenfestlegung, in der Konstruktion von besonderer Bedeutung.



18,3 %

aller Aufträge im Werkzeugbau sind extern verursachte Änderungsaufträge

Konstruktionsänderungskosten nach Ursache [Anzahl und Kosten]



Anteil standardisierter Bauteile

Die Verwendung standardisierter Bauteile hat einen wesentlichen Einfluss auf die Kosten eines Werkzeugs. Außerdem sinkt durch die Verwendung von standardisierten Bauteilen das Risiko von Fehlern in Konstruktion und Fertigung. Daher setzen erfolgreiche Werkzeugbaubetriebe besonders stark auf standardisierte Bauteile. Im Durchschnitt verfügen Werkzeugbaubetriebe über eine Gleichteilquote von 24,9 % bei ihren Werk-

zeugkonstruktionen. Zu den Gleichteilen werden auch Normteile hinzugezählt, die im Normalfall extern beschafft werden. Verantwortlich für die Auswahl von standardisierten Bauteilen ist die Konstruktion. Da die Verwendung von standardisierten Bauteilen in der Konstruktion Systematik und Disziplin erfordert, ist der Anteil standardisierter Bauteile ein Indikator für die Performance in der Konstruktion.



24,9 %

beträgt die durchschnittliche Gleichteilquote bei Werkzeugkonstruktionen

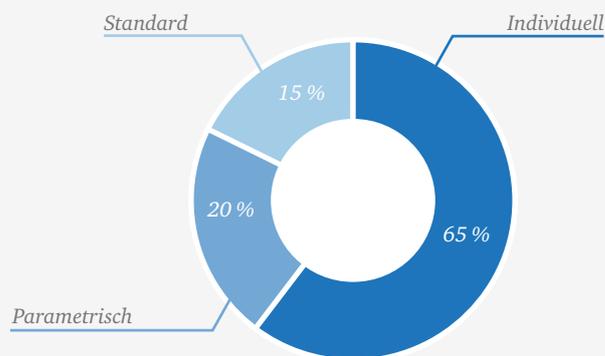


$$\text{Anteil standardisierter Bauteile [\%]} = \frac{\text{Anzahl standardisierter Bauteile}}{\text{Gesamtanzahl Bauteile}}$$

Für die Messung der Performance des gesamten Konstruktionsbereichs empfiehlt sich die Messung des Anteils standardisierter Bauteile bezogen auf alle innerhalb eines Monats in der Konstruktion abgeschlossenen Werkzeuge. Operativ eignet sich dazu die Analyse der erstellten Stücklisten. Idealerweise lassen sich die einzelnen Positionen eines Werkzeugs direkt in mögliche Kategorien, wie „Individuell“, „Parametrisch“ oder „Standard“, anhand ihrer Bezeichnung oder einer zusätzlichen Markierung einordnen. Ebenso

kann durch die Ermittlung des Anteils standardisierter Bauteile pro Werkzeug geprüft werden, ob Standardisierungsmaßnahmen eingehalten wurden. Das angestrebte Ziel ist es, den Anteil standardisierter Bauteile kontinuierlich zu steigern. Hierfür ist es empfehlenswert, die Nutzung von Norm- und Katalogteilen verpflichtend einzuführen. Außerdem erleichtert die Einführung von Standard-Werkzeugmodulen und -komponenten die Effizienzsteigerung entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Anteil konstruierter Bauteile pro Monat [%]



Arbeitsvorbereitung

Die Arbeitsvorbereitung übernimmt im Werkzeugbau häufig ein breites Aufgabenspektrum. Wesentliche Tätigkeiten sind die NC-Programmierung, die Lieferantenabstimmungen sowie die Projekt-, Maschinen- und Personalplanung. In der Arbeitsvorbereitung wird somit der Ablauf der mechanischen Fertigung in weiten Teilen vorgegeben. Eine gute Performance hat hierbei einen entscheidenden Einfluss auf die Effizienz der gesamten Fertigung.

Im Rahmen der Performancemessung darf die Arbeitsvorbereitung nicht isoliert betrachtet werden. Durch Kennzahlen muss insbesondere auch erfasst werden, inwieweit die Arbeitsvorbereitung einen planbaren und reibungslosen Ablauf der mechanischen Fertigung ermöglicht. Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden fünf Kennzahlen für die Performancemessung in der Arbeitsvorbereitung vorgestellt.

Einhaltung von Bearbeitungszeitvorgaben

Eine effiziente Maschinen- und Personalplanung erfordert möglichst genau geschätzte oder berechnete Bearbeitungszeiten. Die Schätzung bzw. Berechnung der Bearbeitungszeiten ist in der Regel Aufgabe der Arbeitsvorbereitung. Im Durchschnitt werden hierfür 8 % der Arbeitszeit in der Arbeitsvorbereitung aufgewendet. Der Detaillie-

rungsgrad der Bearbeitungszeitvorgaben ist betriebsspezifisch. In der Regel werden Bearbeitungszeitvorgaben je Fertigungsschritt auf Einzelteil- oder Baugruppenebene ermittelt. Die Ermittlung auf Einzelteilebene ermöglicht eine genauere Planung. Hierdurch entsteht jedoch auch ein erhöhter Aufwand.



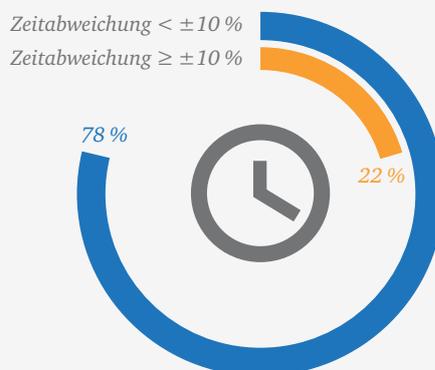
8 %

der Mitarbeiterstunden in der AV werden für die Vorgabezeitermittlung aufgewendet



$$\text{Einhaltung Bearbeitungszeitvorgaben [\%]} = \frac{\text{Bearbeitungsaufträge mit Zeitabweichung} < \pm 10 \%}{\text{Gesamtzahl Bearbeitungsaufträge}}$$

Einhaltung Bearbeitungszeitvorgaben pro Monat [%]



Für die Messung der Einhaltung von Bearbeitungsvorgaben ist es empfehlenswert, zunächst einen Abweichungsgrad zu definieren, bei dessen Überschreitung eine Nicht-Einhaltung der Vorgabe vorliegt. Aus Erfahrung empfiehlt sich hierfür ein Wert von 10 %. Die Erfassung muss sowohl Überschreitungen als auch Unterschreitungen der Vorgabezeiten berücksichtigen, da in beiden Fällen Umplanungen notwendig werden.

Als Messzeitraum für die Kennzahl ist ein Zeitraum von einer Woche zu empfehlen. Hierdurch wird eine zeitnahe Diskussion von abweichenden Bearbeitungszeitvorgaben und somit eine systematische Optimierung der Vorgabezeiten ermöglicht. Langfristig resultieren verbesserte Vorgabezeiten in einer erhöhten Planungsgenauigkeit und Termintreue.



23 %

der Arbeitszeit wird
in der Arbeitsvorbereitung
für Planungstätigkeiten
eingesetzt

Planungszeit je Auftragsvolumen

In der Arbeitsvorbereitung werden im Durchschnitt 23 % der Arbeitszeit für Planungstätigkeiten eingesetzt. Dennoch werden Planungsaufwände häufig nur ungenau erfasst. Dies führt zu einer fehlenden Orientierung hinsichtlich der Angemessenheit des Planungsaufwands. Einerseits ermöglicht eine genaue, und damit meist auch aufwändige, Planung den reibungslosen Ablauf der Fertigung. Andererseits werden in der Planung auch Kosten erzeugt, ohne eine direkte Wertschöpfung für den Kunden zu liefern. Eine für die Zeiteffizienz der Planung aussagekräftige Kennzahl ist die Planungszeit je Auf-

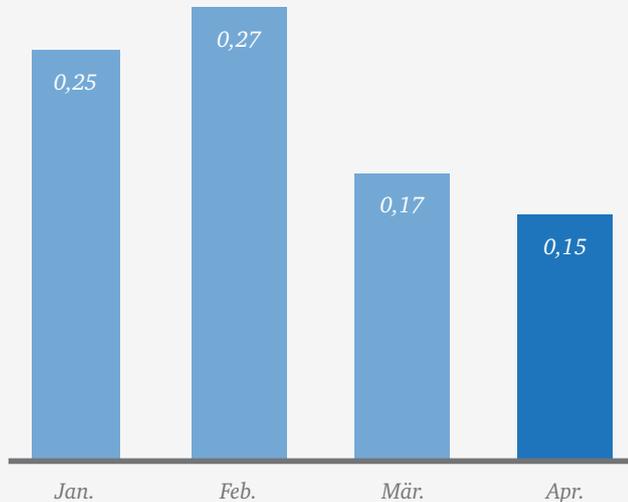
tragsvolumen. Im Durchschnitt werden 0,20 Stunden Planungszeit pro Tausend € Projektvolumen aufgewendet.

Für die Planungszeit je Auftragsvolumen ist eine monatliche Erfassung empfehlenswert. Dies gilt sowohl für die Erfassung einzelner Aufträge als auch für die gesamte Arbeitsvorbereitung. Durch die regelmäßige Verfolgung der Kennzahl lassen sich Veränderungen am Planungsvorgehen oder -system hinsichtlich der Zeiteffizienz in der Planung bewerten. Dies ermöglicht eine langfristige Optimierung der Planung.



$$\text{Planungszeit je Auftragsvolumen} \left[\frac{\text{Stunden}}{\text{Tsd. €}} \right] = \frac{\text{Zeitaufwand zur Planung}}{\text{Auftragsvolumen}}$$

Planungszeit je Auftragsvolumen [Stunden / Tsd. €]



Programmierzeitanteil

NC-Programme sind die Voraussetzung für eine moderne und effiziente Fertigung. Im Durchschnitt werden in der Arbeitsvorbereitung 25 % der Arbeitszeit für die Programmierung aufgewendet. Aufgrund der hohen Bedeutung für die Wertschöpfung ist es not-

wendig, dass die Mitarbeiter in der Arbeitsvorbereitung, trotz ihres breiten Aufgabenspektrums, ausreichend Zeit für die Programmierung aufwenden. Hierzu empfiehlt sich die Messung des Programmierzeitanteils bezogen auf die Gesamtarbeitszeit.



$$\text{Programmierzeitanteil [\%]} = \frac{\text{Programmierzeit}}{\text{Gesamtarbeitszeit}}$$

Voraussetzung für die Messung des Programmierzeitanteils ist eine detaillierte Erfassung der geleisteten Stunden in der Arbeitsvorbereitung. Hierzu muss ein einfach bedienbares Rückmeldesystem genutzt werden. Die Stunden müssen den jeweils bearbeiteten Aufträgen zuzuordnen sein. Die Erfassung der Kennzahl ist in monatlichen Intervallen empfehlenswert. Bei kleineren Zeiträumen tritt eine zu große Verfälschung aufgrund von Sondereffekten auf. Wenn es zu dauer-

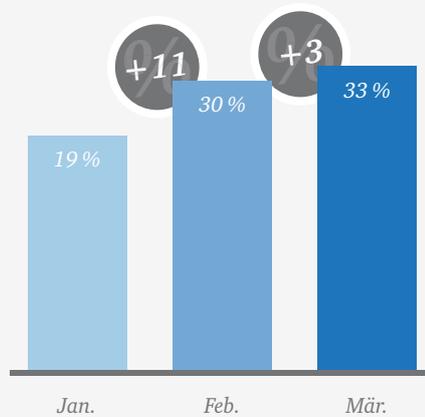
haft niedrigeren Programmierzeitanteilen kommt, ist der entsprechende Grund zu ermitteln. Niedrige Programmierzeitanteile sind potenziell auf erhöhte Effizienz in der Programmierung, geringe Auslastung oder Überlastung der Arbeitsvorbereitung mit anderen Tätigkeiten zurückzuführen. Im letzten Fall ist eine frühzeitige Identifikation und Einleitung von Gegenmaßnahmen auf Basis der Kennzahlenmessung möglich.



25 %

der Arbeitszeit werden in der Arbeitsvorbereitung für Programmieraufgaben eingesetzt

Programmierzitanteil [%]



Anteil fehlerloser CAM-Programme

Neben dem Zeitaufwand für die Programmierung ist es auch zu empfehlen, die Qualität der Programmierung zu messen. Fehler in der Programmierung führen in der Regel zu falsch produzierten Bauteilen oder zu Kollisionen innerhalb der Maschinen. Somit

verursachen Programmierfehler zwangsläufig Mehrkosten und häufig auch Projektverzögerungen. Daher ist es empfehlenswert, die Güte der Programmierung anhand des Anteils der fehlerlosen CAM-Programme zu messen.

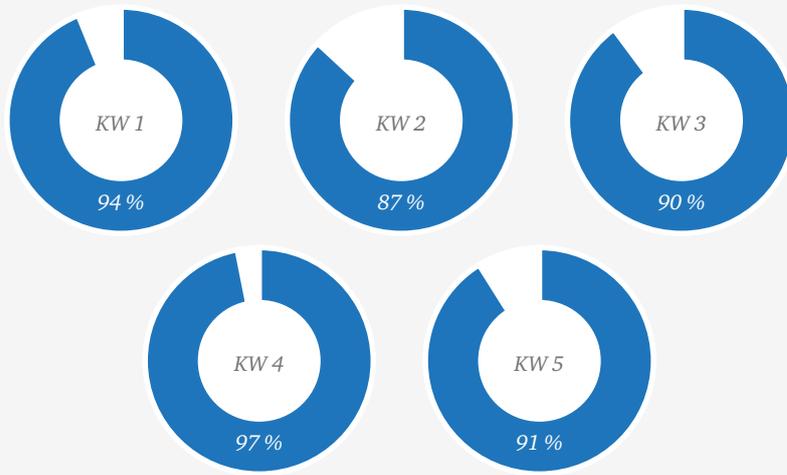


$$\text{Anteil fehlerloser CAM-Programme [\%]} = \frac{\text{Anzahl fehlerloser CAM-Programme}}{\text{Gesamtanzahl CAM-Programme}}$$

Diese Kennzahl vollständig manuell zu ermitteln ist mit hohem Aufwand verbunden. Wird jedoch die Gesamtanzahl der innerhalb einer Woche genutzten CAM-Programme durch das CAM- oder PPS-System ermittelt, kann

die Anzahl der fehlerhaften Programme mit geringem Aufwand erfasst werden. Das langfristige Ziel ist die Fehlerfreiheit aller CAM-Programme.

Anteil fehlerloser CAM-Programme [%]



Fräswerkzeuge im Bestand

In deutschen Werkzeugbaubetrieben sind im Durchschnitt 190 verschiedene Fräswerkzeugarten im Bestand vorhanden. Da meistens von jedem Fräswerkzeug mehrere Exemplare im Werkzeugbau bevorratet werden, haben Fräswerkzeuge einen signifikanten Einfluss auf Kosten- und Kapitalbindung. Da die Entscheidung über den Kauf eines neuen Fräswerkzeugs in der Regel von der Arbeitsvorbereitung getroffen wird, dient die Kennzahl Fräswerkzeuge im Bestand zur Performancemessung in der Arbeitsvorbereitung.

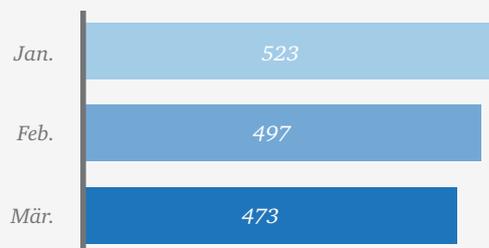
Für einen geringen Fräswerkzeugbestand ist eine Standardisierung der konstruktiven Auslegung von Werkzeugen notwendig. Daher erfordert eine Verringerung des Fräswerkzeugbestands einen regelmäßigen Austausch zwischen Arbeitsvorbereitung und Konstruktion über konstruktive Standards. Langfristig führt ein geringer Fräswerkzeugbestand nicht nur zu geringeren Kosten, sondern auch zu einer Effizienzerhöhung in der mechanischen Fertigung.



190

verschiedene Fräswerkzeugarten befinden sich durchschnittlich im Bestand eines Werkzeugbaus

Fräswerkzeuge im Bestand [Anzahl]





Fertigung

Die Fertigung umfasst die mechanische Bearbeitung von benötigten Komponenten des Werkzeugs beziehungsweise zugekauften Komponenten. Dabei wird auf verschiedene Fertigungstechnologien zurückgegriffen. Zu den Hauptverfahren zählen Fräsen, Drehen, Senk- und Drahterodieren sowie Schleifen. Der Anteil der Kosten nach Aufteilung über Kostenstellen entlang der Wertschöpfungskette ist bei der Werkzeugfertigung am größten und liegt durchschnittlich bei 42 % der Gesamtkosten.

Hinsichtlich der Performancemessung hat die Fertigung im Werkzeugbau meist einen sehr hohen Stellenwert. In der Fertigung kann eine Vielzahl von Kennzahlen ermittelt werden, die insbesondere aufschlussreiche Aussagen über die technologiebasierte Leistungsfähigkeit des Werkzeugbaus zulassen. In diesem Zusammenhang werden im Folgenden Kennzahlen für die Performancemessung in der Fertigung vorgestellt.



42 %

beträgt der durchschnittliche Anteil der Werkzeugfertigung an den Gesamtkosten

Maschinenproduktivität

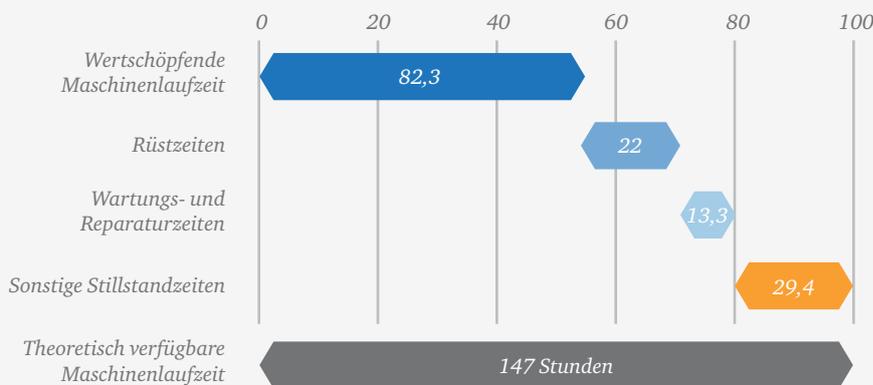
Ziel der Ermittlung der Maschinenproduktivität in der Fertigung ist es, den Maschinenpark hinsichtlich der Leistungsfähigkeit zu bewerten. Durch eine kontinuierliche Kennzahlenermittlung können Entwicklungen der Stillstands- und Rüstzeiten aufgedeckt und Maßnahmen zur Steigerung der Produktivität eingeleitet werden.

Entscheidend ist, die Maschinenleistung differenziert nach der Betriebsart (z. B. Rüst-, Wartungs-, Nutzungszeit) zu erfassen und dabei die verfügbare Maschinenlaufzeit zu berücksichtigen. Die verfügbare Laufzeit kann anhand der theoretisch geplanten Anzahl an Wochenschichten je Maschine ermittelt werden.



$$\text{Maschinenproduktivität [\%]} = \frac{\text{Wertschöpfende Maschinenlaufzeit}}{\text{Theoretisch verfügbare Maschinenlaufzeit} - \text{Stillstandszeiten}}$$

Maschinenproduktivität pro Monat [%]



Die Maschinenproduktivität kann durch die Gegenüberstellung von theoretisch verfügbarer Maschinenlaufzeit abzüglich Stillstandszeiten und wertschöpfender Maschinenlaufzeit innerhalb eines definierten Zeitraums ermittelt werden. Die wertschöpfende Laufzeit ermittelt sich aus der Differenz von geleisteter Maschinenlaufzeit und allen Nebenzeiten, die aus Wartungs-, Reparatur-

und Rüstzeiten bestehen. Die wertschöpfende Maschinenlaufzeit bei einer Fräsmaschine definiert sich beispielsweise durch eine drehende Spindel und einen Vorschub des Fräskopfs. Um die Entwicklung auch über einen spezifischen Zeitraum darzustellen, bietet sich ein Säulendiagramm auf einer Zeitachse an.

Fehlerquote in der Fertigung

Fehler in der produzierenden Industrie gilt es grundsätzlich zu vermeiden. Ein vorgelagerter Schritt zur Fehlervermeidung ist die Fehlererkennung und -dokumentation. Hinsichtlich der Fehlererkennung ist es von essenzieller Bedeutung zu wissen, in welchen Prozessen ein Fehler aufgetreten ist, um zu analysieren, warum ein Fehler aufgetreten ist und wie man ihn langfristig vermeiden kann.

Um diese komplexen Schlussfolgerungen aussagekräftig anhand von erfassten Daten zu treffen, bedarf es einer hochpräzisen Messtechnik sowie einer systematischen Doku-

mentation. Die Messstationen und Möglichkeiten zur Dokumentation müssen entlang der gesamten Fertigungskette platziert werden, um eine Konkretisierung der Fehlerursache und des Fehlerzeitpunkts zu ermöglichen.

Als Kennzahl für ein systematisches Fehlermanagement in der Fertigung ist daher die Anzahl von Fehlern in der Fertigung eine wichtige Grundlage zur Fehlervermeidung. Hierdurch wird eine frühzeitige Zuordnung von Fehlern ermöglicht.

$$f(x) \text{ Fehlerquote [\%]} = \frac{\text{Anzahl fehlerhaft hergestellter Bauteile}}{\text{Anzahl aller hergestellten Bauteile}}$$

Mannlose Laufzeiten von Maschinen

Kürzere Spann- und Rüstzeiten, längere Maschinenlaufzeiten, eine hohe Präzision und die exakte Reproduzierbarkeit zählen zu den wichtigsten Vorteilen der Automatisierung in der Fertigung. Speziell die Unikatfertigung im Werkzeugbau stellt jedoch große Herausforderungen an die Automatisierung in der Fertigung. So müssen Maschinen befähigt werden, unterschiedliche Größen, Gewichte und Geometrien mannlos zu bearbeiten. In den letzten Jahren ist die Anzahl an

Maschinen pro Bediener kontinuierlich gestiegen. Im Bereich der Kerntechnologie Fräsen liegt diese aktuell bei durchschnittlich 1,5 Maschinen pro Bediener.

Um diesen Automatisierungsgrad darzustellen, kann die Kennzahl Anteil mannloser Laufzeiten erhoben werden. Die Kennzahl gibt an, wie hoch der Anteil der Maschinenlaufzeit ohne Bedienung eines Mitarbeiters in einem zuvor definierten Zeitraum ist. Die



1,5

Fräsmaschinen werden im Durchschnitt von einem Mitarbeiter bedient

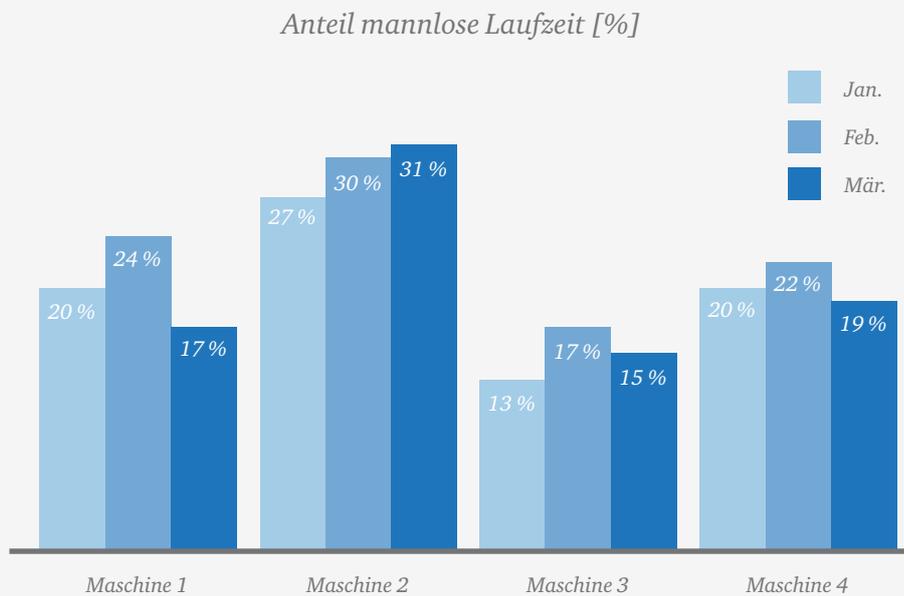


$$\text{Anteil mannlose Laufzeit [\%]} = \frac{\sum \text{Mannlose Maschinenlaufzeit}}{\sum \text{Gesamte Maschinenlaufzeit}}$$

mannlose Maschinenlaufzeit kann durch die Differenz von erfassten Maschinenstunden (Laufzeiten aus MDE) und Mitarbeiterstunden ermittelt werden.

Um den Anteil der mannlosen Laufzeit transparent und maschinenbezogen in der Fertigung auszuweisen, ist ein Säulendiagramm

zu empfehlen. Mit Hilfe dieser Darstellung sind die mannlosen Laufzeiten der einzelnen Maschinen in der Fertigung technologiebasiert miteinander vergleichbar. Auf Basis des Vergleichs lassen sich Kernkompetenzen hinsichtlich des Automatisierungsgrads darstellen.



Anzahl ungeplanter Maschinenausfälle

Ziel eines jeden produzierenden Unternehmens ist es, Maschinenausfälle in der Fertigung systematisch zu vermeiden. In Zeiten von Industrie 4.0 werden zur Bewältigung dieses Problems vielfältige Sensoren eingesetzt, um Maschinenausfälle im Vorfeld im Sinne von „Predictive Maintenance“ zu erkennen und frühzeitig zu geeigneten Zeitpunkten zu verhindern. Dennoch kommt es nach wie vor zu unvorhergesehenen Maschinenausfällen, die schwerwiegende Folgen mit sich bringen. Aufgrund mangelnder Ressourcen sind Lieferterminprobleme meist nicht mehr zu verhindern.

Mittels der Kennzahl Anzahl unvorhergesehener Maschinenausfälle werden diese systematisch dokumentiert und nach Möglichkeit auch ihrer Ursache zugeordnet. Anhand dessen ist es im Anschluss einer gezielten Kennzahlenauswertung möglich, Verbesserungs-

potenziale im Maschinenpark zu identifizieren und Wartungsaktivitäten zu intensivieren.

Da es sich bei der Anzahl unvorhergesehener Maschinenausfälle um eine Kennzahl handelt, bei der eine bloße Anzahl inkrementell aufaddiert wird, gibt es keine besondere Methode zur Kennzahlenerhebung. Erweiternd kann zusätzlich das Verhältnis von Dauer der Maschinenausfälle zu Laufzeiten der Maschinen betrachtet werden.

Um die Anzahl der Maschinenausfälle in der Fertigung transparent darzustellen, kann ein Säulendiagramm verwendet werden. Mit Hilfe dieser Darstellung lassen sich die Ausfälle der einzelnen Maschinen in der Fertigung technologiebasiert miteinander vergleichen.

$$f(x) \text{ Anteil Maschinenausfälle [\%] } = \frac{\sum \text{Zeit je ungeplanter Maschinenausfall}}{\text{Gesamte Maschinenlaufzeit}}$$

Anzahl Verbesserungsvorschläge

Der Einbezug von Verbesserungsvorschlägen der Mitarbeiter steigert nicht nur die Produktivität und Innovation, sondern fördert auch das Arbeitsklima, welches wiederum positive Effekte auf betriebswirtschaftliche Kennzahlen hat. Um diese Entwicklung der Mitarbeiterpartizipation zu bestimmen, findet die Kennzahl Anzahl Verbesserungsvorschläge Anwendung. Das Ziel dieser Kennzahl besteht darin, eine Aussage über die Akzeptanz und Resonanz des betrieblichen Vorschlagswesens zu treffen. Da die Fertigung den höchsten Anteil an Mitarbeitern im Werkzeugbau hat, ist die Erhebung der Kennzahl in der Fertigung besonders relevant.

Anhand der Anzahl von Verbesserungsvorschlägen kann das allgemeine Vorschlagswesen in der Fertigung gemessen und zudem mögliches Optimierungspotenzial ermittelt werden. Für die Berechnung dieser Kennzahl müssen die Anzahl der eingereichten Verbesserungsvorschläge sowie die Gesamtanzahl der Mitarbeiter im jeweilige Zeitraum vorliegen. Zur genaueren Analyse empfiehlt es sich, zwischen den eingereichten und umgesetzten Verbesserungsvorschlägen zu unterscheiden. Durchschnittlich werden 63 % der eingereichten Verbesserungsvorschläge in erfolgreichen Werkzeugbaubetrieben umgesetzt.



63 %

der eingereichten
Verbesserungsvorschläge
werden durchschnittlich
umgesetzt

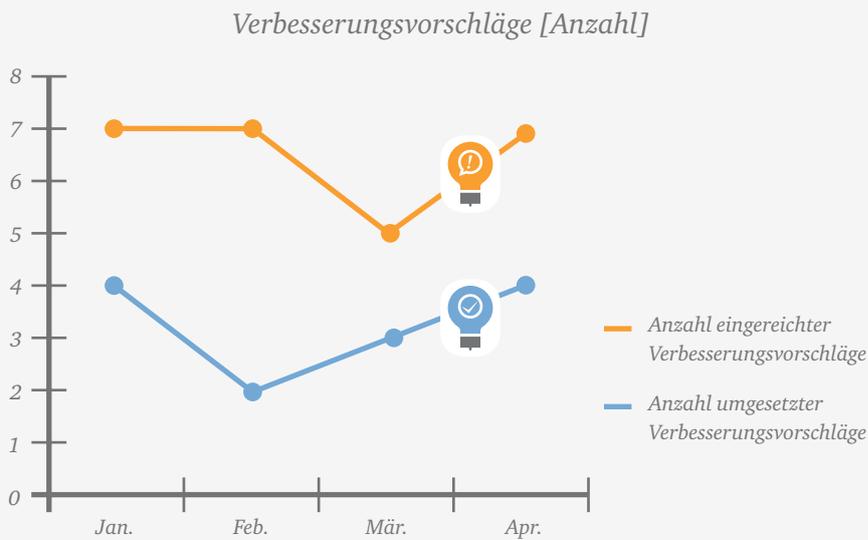
Die Verbesserungsvorschlagsquote ergibt sich als Quotient aus der Anzahl der eingereichten Verbesserungsvorschläge und der Gesamtanzahl der Mitarbeiter.

Voraussetzung für die Erhebung der Anzahl an Verbesserungsvorschlägen ist ein systematisches Vorschlagswesen, in dem Vorschläge dokumentiert und hinsichtlich ihrer Machbarkeit analysiert werden. Dabei kann die Kennzahl nicht nur bereichsübergreifend,

sondern auch bereichsspezifisch erhoben werden.

Um die Entwicklung auch über den Zeitverlauf zu erfassen, bietet sich ein Liniendiagramm auf einer Zeitachse an. Für die bereichsspezifische Verbesserungsvorschlagsquote werden die tatsächlich umgesetzten Vorschläge herangezogen und als absolute Werte dargestellt.

$f(x)$ Verbesserungsvorschläge pro Mitarbeiter $\left[\frac{\text{Anzahl}}{\text{Mitarbeiter}} \right] = \frac{\text{Anzahl der eingereichten Vorschläge}}{\text{Gesamtanzahl der Mitarbeiter}}$



Montage

Die Montage umfasst alle Vorgänge für den Zusammenbau von selbst gefertigten und eingekauften Werkzeugkomponenten und -baugruppen zum vollständigen Werkzeug. Nach der Montage wird die Funktionalität der Werkzeuge im Try-out überprüft und optimiert. Aufgrund der Vielfältigkeit der Werkzeuge liegen für die Montage der teilweise mehreren hundert Werkzeug-

komponenten meist keine Schritt-für-Schritt-Anleitungen vor. Vielmehr legen die Monteure basierend auf Zusammenbauzeichnungen und 3D-Modellen eine mögliche Montagereihenfolge fest. Im Folgenden werden Kennzahlen näher betrachtet, die sich zur Bewertung der Performance in der Montage eignen.

Liefertermintreue der Werkzeugkomponenten für die Montage

Ein reibungsloser Ablauf der Werkzeugmontage setzt voraus, dass alle benötigten Werkzeugkomponenten fertig bearbeitet an die Montage geliefert werden. Bereits wenn einige zentrale Werkzeugkomponenten verzögert angeliefert werden, kann dies zu Unterbrechungen des Montageprozesses führen. Diese Unterbrechungen führen zu Ineffizienzen beim Personaleinsatz und insgesamt verlängerten Montagezeiten. Eine Erfassung der Lieferverzögerung der Werkzeugkomponenten für die Montage lässt Rückschlüsse über die Termintreue und das Optimierungspotenzial vorangegangener Schritte zu. Ziel ist die Ursachenfindung für den Verzug. Ebenfalls dienen die Informationen auch zur besseren Planung der Verzahnung von Terminen der Fertigung und der Serienproduktion. Je besser diese Bereiche aufeinander abgestimmt sind, desto stärker kann die gesamte Durchlaufzeit der Werkzeuge verkürzt werden.

Eine systematische Dokumentation und Erfassung der einzuhaltenden Termine in einem Termin- und Arbeitsplan ist Grundvoraussetzung zur Messung und Auswertung

der Lieferverzögerung der Werkzeugkomponenten für die Montage. Diese Pläne müssen sich zu jeder Zeit auf dem aktuellen Stand befinden. Hierfür bietet sich eine Nachverfolgung der einzelnen Werkzeugkomponenten über ein Planungssystem an. Auf Basis des geplanten und des tatsächlichen Liefertermins kann die Differenz in Tagen ausgerechnet werden. Aufträge, die vor dem vereinbarten Termin ausgeliefert werden, erhalten somit eine positive Zahl.

Die systematische Erfassung von Lieferterminabweichungen ermöglicht die Identifikation von häufigen Abweichungsursachen. Beispiele für diese Ursachen sind verspätete bzw. fehlerhafte Vorarbeiten oder Unklarheiten bei der Bearbeitung des Auftrags. Die Identifikation solcher Abweichungsursachen ermöglicht zudem das Aufbauen einer Fehlerdatenbank sowie das Hinterfragen der Ursachen und die Ausarbeitung möglicher Lösungsansätze. Langfristig kann auf diese Weise das Auftreten von Lieferterminabweichungen reduziert und die Effizienz auf dem Shopfloor erhöht werden.

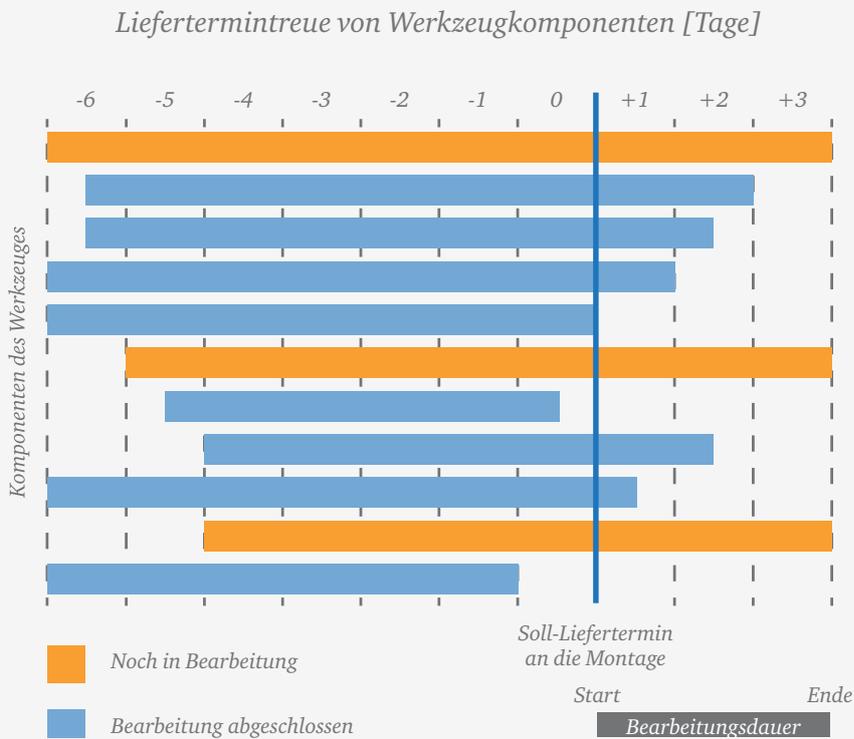


10 %

der externen Lieferungen von Werkzeugkomponenten sind durchschnittlich unpünktlich



Lieferterminabweichung [Tage] = $\text{Liefertermin}_{\text{plan}} - \text{Liefertermin}_{\text{Ist}}$



Fehlerquote

Die Ermittlung der Fehlerquote in der Montage ist essenziell, um die Fehler entlang des gesamten Werkzeugentstehungsprozesses zu identifizieren und die richtigen Handlungsmaßnahmen zu definieren. Hierbei gilt es, zwischen zufälligen und systematischen Fehlern zu differenzieren sowie die Auswirkungen auf die weiteren Prozessschritte zu analysieren.

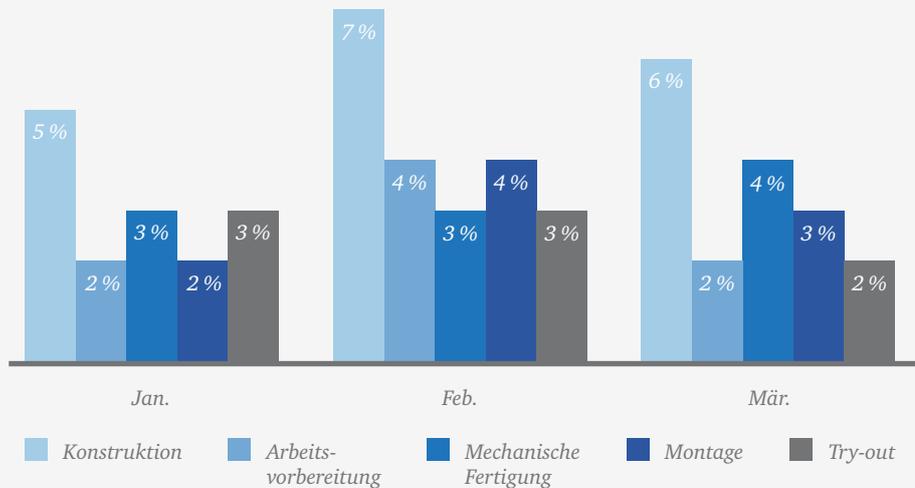
Um diese komplexen Schlussfolgerungen aussagekräftig zu untermauern, bedarf es präziser Messtechnik sowie der Dokumentation der identifizierten Fehler für jede Werkzeugkomponente. Für eine aussagekräftige Fehlerbeschreibung ist ebenso eine Konkretisierung der Fehlerursache und des Entste-

hungsorts wichtig. Des Weiteren muss die Gesamtanzahl der Werkzeugkomponenten, welche die gleichen Prozessschritte durchlaufen, dokumentiert werden. Die Fehlerquote stellt eine relative Kennzahl dar, welche eine Aussage darüber zulässt, wie hoch die absolute Anzahl fehlerhafter Bauteile in einem Prozessschritt im Verhältnis zur Gesamtanzahl der gefertigten Bauteile ist. Die Fehlerquote kann sich sowohl auf den Prozessschritt beziehen, in dem der Fehler entstanden ist, als auch auf den Prozessschritt, bei dem der Fehler entdeckt worden ist. Auf diese Weise lassen sich die Prozessschritte identifizieren, die sehr fehleranfällig sind und die, die akribisch in Bezug auf die Fehleridentifizierung sind.

$$f(x) \text{ Fehlerquote, verursacht [\%]} = \frac{\text{Anzahl fehlerhaft hergestellter Bauteile}}{\text{Anzahl aller hergestellten Bauteile}}$$

$$f(x) \text{ Fehlerquote, identifiziert [\%]} = \frac{\text{Anzahl identifizierter fehlerhafter Bauteile}}{\text{Anzahl aller geprüften Bauteile}}$$

Fehlerquote, verursacht [%]



Einhaltung von Vorgabezeiten für die Montage

Ein wichtiger Beitrag der Montage zu kurzen Durchlaufzeiten ist die Einhaltung von Vorgabezeiten für die Montageprozesse. Durch die Einhaltung der Vorgabezeiten werden zusätzliche Terminverzögerungen vermieden. Dies ist vor allem am Ende der Wertschöpfungskette wichtig, da nachfolgend nur noch der Try-out erfolgt und sich Terminverzögerungen schwierig wieder aufholen lassen. Bei großen Abweichungen zwischen den Vorgabezeiten und den tatsächlich benötigten Montagezeiten sind allerdings auch die Vorgabezeiten zu prüfen. Da der Montage-

prozess in einigen Fällen Nacharbeiten oder das Einpassen von Werkzeugkomponenten erfordert, sind immer die Ursachen für Abweichungen und die Genauigkeit der Vorgabezeiten gleichzeitig zu prüfen.

Die Datenerhebung für die Einhaltung von Vorgabezeiten für die Montage bedarf eines Arbeitsplans mit Vorgabezeiten für Montageschritte von Bauteilen oder Baugruppen. Anhand dessen werden sämtliche Abweichungen von Bearbeitungszeiten erfasst und mit den Vorgabezeiten verglichen.



1.697 Std.

werden durchschnittlich je Mitarbeiter in der Montage pro Jahr geleistet

$$f(x) \text{ Einhaltung der Vorgabezeiten, Montage [\%]} = \frac{\text{Anzahl Montageschritte nach Vorgabe mit Zeitabweichung} < \pm 10 \%}{\text{Anzahl aller Montageschritte}}$$

Try-out

Am Ende der Wertschöpfungskette im Werkzeugbau schließt die Werkzeugproduktion nach der mechanischen Fertigung und der Montage mit der Erprobung auf Try-out Anlagen ab. In einem iterativen Prozessschritt werden die Qualitätsanforderungen des Werkzeugs geprüft und notwendige Änderungen dokumentiert. Anschließend werden die Änderungen durch die entsprechenden Bereiche durchgeführt und das Werkzeug wird erneut getestet, bis es für den Kunden zur Serienproduktion freigegeben werden kann.

Bezüglich der Performancemessung ist es auch im Try-out von hoher Bedeutung, den Einfluss sowohl von vorgelagerten Prozessschritten als auch die Auswirkungen auf die Serienproduktion zu ermitteln. Insbesondere gilt es hierbei, den Try-out hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Schnelligkeit zu untersuchen. Im Folgenden werden vor diesem Hintergrund vier Kennzahlen für die Performancemessung im Try-out vorgestellt.

Anzahl Try-out Schleifen

Die Anzahl der Try-out Schleifen ist ein Maß für die Qualität eines Werkzeugs nach der Herstellung. Werkzeuge, die innerhalb weniger Try-out Schleifen zur Serienreife qualifiziert werden, weisen kürzere Durchlaufzeiten und geringere Kosten auf. Daher ist eine Transparenz hinsichtlich der Anzahl der Schleifen von großer Bedeutung.

relevant, um einen möglichen Terminverzug aufgrund des Try-outs zu erfassen. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Ermittlung der entstandenen Kosten durch die Try-out Schleife selbst, aber auch die Kosten für die notwendigen Änderungen. Kosten, die während der Try-out Schleifen anfallen, resultieren sowohl aus Personal- und Materialeinsatz als auch aus der Nutzung entsprechender Produktionsmaschinen.

Neben der Anzahl der Schleifen ist jedoch auch die Zeitdauer der einzelnen Schleifen

$$f(x) \text{ Anzahl Try-out Schleifen je Werkzeug} = \sum \text{Try-out Schleife}$$

Auswertung der Try-out Schleifen

	Werkzeug A	Werkzeug B	Werkzeug C	Werkzeug D
Try-out Schleifen [Anzahl]	2	4	1	3
Benötigte Bearbeitungszeit [Stunden]	14	64	13	57
Kosten[€]	4.500	20.000	3.800	17.400

Durch die Angabe der Anzahl Try-out Schleifen ist schnell und einfach ersichtlich, wie erfolgreich der Try-out Prozess eines Werkzeugs abgelaufen ist.

Um die Anzahl der Try-out Schleifen transparent auf auftragsspezifischer Ebene auszu-

weisen, kann ein Säulendiagramm verwendet werden. Mithilfe dieser Darstellung kann die Anzahl der Try-out Schleifen über mehrere Aufträge miteinander verglichen werden.

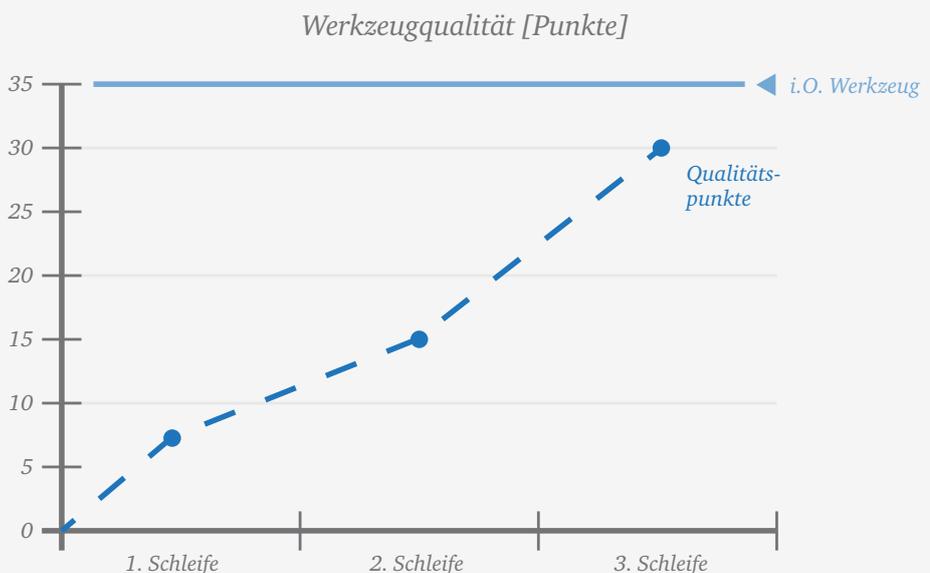
Werkzeugqualität in den Try-out Schleifen

Die Auslieferung von fehlerfreien Werkzeugen durch den Werkzeugbau ist für die Serienproduktion entscheidend. Speziell im Try-out am Ende der Wertschöpfungskette im Werkzeugbau müssen dafür genaue Messungen und Qualitätskontrollen durchgeführt werden, um Qualitätsmängel beim Kunden zu vermeiden. Daher sollten für Werkzeuge im Try-out wesentliche Qualitätskriterien einheitlich nach jeder Try-out Schleife erfasst werden. Auf diese Weise kann auch die Verbesserung der Qualitätskri-

terien entlang der Try-out Schleifen nachvollzogen und Werkzeuge mit schwer behebbaren Problemen identifiziert werden. Zu den Qualitätskriterien gehören beispielsweise der Anteil an maßhaltig produzierten Kunststoff- oder Blechteilen aus einer Stichprobe oder die Produktivität des Werkzeugs. Je nach den individuellen Ansprüchen an die Werkzeuge sollten weitere Qualitätskriterien beispielsweise zur Beschaffenheit von Oberflächen der produzierten Teile herangezogen werden.



$$\text{Anteil maßhaltiger Teile pro Schleife [\%]} = \frac{\text{Anzahl maßhaltiger Teile}}{\text{Anzahl produzierter Teile}}$$



Die unterschiedlichen Qualitätskriterien können auch jeweils mittels einer einheitlichen Punkteskala umgerechnet und miteinander addiert werden. Auf diese Weise werden die verschiedenen Qualitätskriterien, die am Ende des Try-outs alle erfüllt sein müssen, miteinander zu einer, über alle Werkzeuge vergleichbaren, Punktzahl kombiniert.

Typische Qualitätskriterien eines sogenannten Merkmalskatalog sind beispielsweise Oberflächenqualität, Maßhaltigkeit oder Produktionsgeschwindigkeiten. Durch einheitliche Definition der Kriterien und anschließende Addition der vergebenen Punkte pro Kriterium lässt sich ein werkzeugübergreifender Qualitätsmaßstab festlegen.

Nutzungsdauer Produktionsmaschinen

Der effiziente Anlauf eines Werkzeugs in der Serienproduktion hängt maßgeblich von den Vorarbeiten im Try-out Prozess ab. Dabei ist es insbesondere wichtig, den Try-out auf möglichst ähnlichen Serienproduktionsmaschinen durchzuführen. Oftmals sind diese im Werkzeugbau jedoch nicht vorhanden. Somit kann ein Try-out nur auf Maschinen in der Serienproduktion durchgeführt werden. Um die Serienproduktion so wenig wie mög-

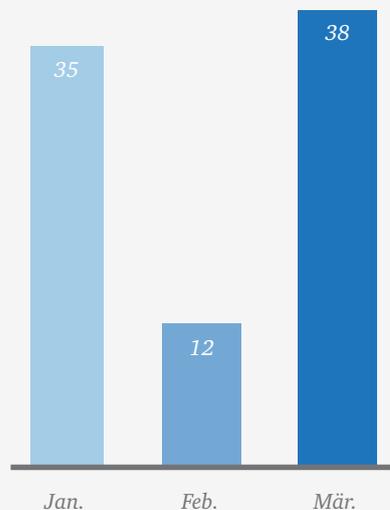
lich zu unterbrechen, muss die Nutzungsdauer für den Try-out Prozess möglichst kurzgehalten werden. Dies wird unter anderem durch eine systematische Vor- und Nachbereitung des Try-outs erreicht.

Um die Nutzungsdauer der Produktionsmaschinen im Try-out zu ermitteln, ist eine Addierung der Laufzeiten auf den jeweiligen Serienproduktionsanlagen ausreichend.



$$\text{Nutzungsdauer Produktionsmaschinen [Stunden]} = \frac{\sum \text{Laufzeit der Produktionsmaschinen für Try-out Versuche}}{f(x)}$$

Nutzungsdauer der Produktionsmaschinen [Stunden]



BORE SPD KE

13.76

B&G

APP W/A °

80-

B&G

TRUE W/A °

136-

B&G

TRUE W/A °

35 10

B&G

HEADING °

217°

B&G

Anzahl dokumentierter Lessons learned

Neben der Fertigung befindet sich der Werkzeugbau insbesondere im Try-out in einem Prozess der kontinuierlichen Verbesserung. Anhand dokumentierter Lessons learned kann nachhaltig nachgewiesen werden, inwiefern identifizierte Mängel erfasst und auch an vorgelagerte Prozesse kommuniziert werden. Speziell eine bereichsübergreifende Kommunikation entlang der gesamten Wertschöpfungskette gilt hierbei als Herausforderung.

Zur Erhebung der Anzahl dokumentierter Lessons learned müssen die wahrgenommenen Mängel systematisch dokumentiert und für eine strukturierte Weitergabe und Bear-

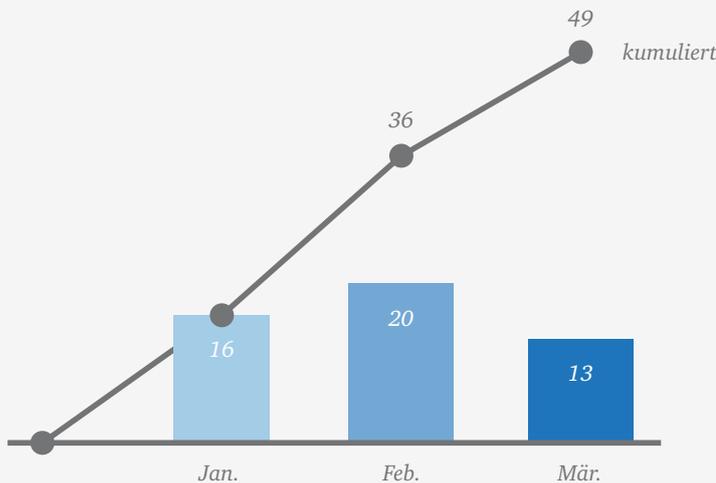
beitung gespeichert werden. Neben der reinen Fehlerbeschreibung ist in einem weiteren Schritt die Identifikation der Fehlerursache und die Ableitung der Lessons learned nötig.

Anschließend lässt sich die Anzahl dokumentierter Lessons learned als Summe zusammenfassen. Es empfiehlt sich die Lessons learned mit Schlagworten zu versehen, um sie zu späteren Zeitpunkten wieder identifizieren zu können. Neben der Werkzeugart und der Fehlerursache können auch Angaben zu Materialien und Serienproduktionsanlagen verwendet werden.



$$\text{Anzahl dokumentierter Lessons learned} = \sum \text{Dokumentierte Lessons learned}$$

Dokumentierte Lessons learned [Anzahl]



Kennzahlen-Cockpit

Ziel und Definition

Die bisher vorgestellten Kennzahlen ermöglichen die Abbildung relevanter Informationen zur aktuellen Performance auf dem Shopfloor. Um diese Informationen jedoch effektiv zu nutzen, ist es von besonderer Bedeutung, diese Kennzahlen entsprechend ihrer Zielgruppen anforderungsgerecht darzustellen. Aufgabe und Ziel eines Kennzahlen-Cockpits ist es, allen Akteuren auf dem Shopfloor die für sie relevanten Kenn-

zahlen zu präsentieren sowie die Aufdeckung von Schwachstellen und Potenzialen zu ermöglichen. Außerdem kann ein solches Kennzahlen-Cockpit durch die erhöhte Informationsverfügbarkeit auch die Motivation der Mitarbeiter stärken. Es dient ebenfalls als Ort zur Diskussion zwischen Führungskräften und Mitarbeitern, um die Auftragssteuerung auf dem Shopfloor zu verbessern.



22

**Kennzahlen werden
durchschnittlich in einem
Werkzeugbaubetrieb
verwendet**

Voraussetzungen

Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz eines Kennzahlen-Cockpits ist zunächst die Identifizierung relevanter Zielgruppen, um anschließend die Informationen individuell für diese aufzubereiten. Auftragspezifische Kennzahlen, wie beispielsweise die Lieferterminabweichung oder Kostenabweichung, müssen sowohl den Führungskräften als auch allen am Auftragsabwicklungsprozess beteiligten Mitarbeitern zugänglich sein. Prozessschrittspezifische Kennzahlen hingegen sind vor allem für die am Prozess beteiligten Mitarbeiter von Bedeutung. Übergeordnete Kennzahlen sind zunächst einmal für die Führungskräfte relevant. Sie wirken sich jedoch auch positiv auf die Mitarbeitermotivation aus, da sie besser mit Informationen versorgt werden.

Neben der zielgruppengerechten Darstellung ist die Aktualität der Informationen ein weiterer relevanter Bestandteil der Umsetzung. Hier ist eine möglichst echtzeitnahe Verfügbarkeit der Informationen anzustreben. Um einen unverhältnismäßigen Aufwand zu vermeiden, wurden in den vorherigen Kapiteln bereits Empfehlungen zur individuellen Aktualisierungshäufigkeit der einzelnen Kennzahlen beschrieben.

Ein weiterer Aspekt zur Sicherstellung der Akzeptanz durch die Mitarbeiter ist die Übersichtlichkeit der dargestellten Informationen. Das Kennzahlen-Cockpit muss so gestaltet sein, dass sich Informationen schnell erfassen und interpretieren lassen. Die Beeinflussbarkeit der Kennzahlen muss für den Betrachter sofort ersichtlich werden. Das bedeutet die vorgestellten Visualisierungsmöglichkeiten der Kennzahlen müssen strukturiert, gut lesbar, und in kompakter Form, auf einer Tafel oder ähnlichem, dargestellt werden. Sowohl bei der Auswertung als auch bei der Visualisierung der Kennzahlen erweist sich ein hoher Digitalisierungsgrad als vorteilhaft.

Für die verschiedenen Zielgruppen sind, neben der Darstellungsform, ebenfalls die Darstellungsorte zu wählen, sodass die Akzeptanz und Verwendung des Kennzahlen-Cockpits sichergestellt wird. Das bedeutet, dass jedes Kennzahlen-Cockpit, dort präsentiert wird, wo es am besten von seiner Zielgruppe wahrgenommen und diskutiert werden kann.

Möglichkeiten zur Darstellung

Für die Darstellung der übergeordneten und auftragsspezifischen Kennzahlen hat sich das so genannte Shopfloorboard als effektives Mittel erwiesen. Das Shopfloorboard wird an einem zentralen Ort des Shopfloors aufgestellt und dient Führungskräften und Mitarbeitern zur Diskussion der aktuellen Performance auf dem Shopfloor sowie zur Ableitung von Optimierungsmaßnahmen. Durch die Positionierung und regelmäßige Besprechungen am Board wird sichergestellt, dass die dargestellten Kennzahlen von allen Mitarbeitern des Shopfloors wahrgenommen und reflektiert werden.

Für die bereichsspezifischen Kennzahlen bietet sich die Darstellung der Informationen direkt am Ort der Leistungserstellung an, also beispielsweise die Darstellung von Daten zum Fräsprozess in unmittelbarer Nähe zur Fräsmaschine. So haben die mit der Bedienung betrauten Mitarbeiter direkt Zugriff auf die relevanten Informationen und somit die Möglichkeit, Schwachstellen zu entdecken. Wichtig ist, dass die Informationen, wie auch beim zentralen Shopfloorboard, regelmäßig zwischen Führungskräften und Mitarbeitern besprochen werden.

Möglichkeiten zur digitalen Vernetzung

Ein Nachteil des bisher vorgestellten Kennzahlen-Cockpits ist der erforderliche Aufwand zur kontinuierlichen Aktualisierung der Informationen. Diese müssen meist manuell ausgewertet, ausgedruckt und dann regelmäßig den Mitarbeitern bereitgestellt werden. Die immer weiter voranschreitende digitale Vernetzung auf dem Shopfloor bietet zahlreiche Potenziale, diesen Aufwand zu reduzieren und die Aufdeckung von Schwachstellen weiter zu verbessern. Derzeit werden innerhalb eines Werkzeugbaubetriebes durchschnittlich vier Tablet-Computer genutzt. Voraussetzung hierfür ist die Eindeutigkeit und digitale Verfügbarkeit der Daten, die jedoch in den meisten Werkzeugbaubetrieben bereits im ERP-System erfasst werden, sowie Bildschirme oder Tablets zur Darstellung der Informationen auf dem Shopfloor. Ist dies gegeben, kann durch die automatische Auswertung und Darstellung der Kennzahlen der kontinuierliche Aufwand, den ein Kennzahlen-Cockpit erfordert, signifikant reduziert werden.

Ein weiterer Vorteil eines digitalen Kennzahlen-Cockpits ist die leichte Anpassung der Darstellung und Inhalte an individuelle Vorlieben und Bedürfnisse sowie die Möglichkeit zur Interaktion mit dem Bediener, wie etwa dem Geben von Feedback zu eingereichten Verbesserungsvorschlägen oder der Zugriff auf weiterführende Informationen zu den Kennzahlen. So kann die Akzeptanz des Cockpits durch die Mitarbeiter und die Teilnahme am kontinuierlichen Verbesserungsprozess weiter erhöht werden.

Neben der Darstellung des Kennzahlen-Cockpits schaffen Bildschirme und Tablets gleichzeitig auch die Voraussetzung für weitere Lösungen zur digitalen Vernetzung, wie etwa eine digitale Montagesteuerung, Priorisierungsunterstützung oder Fehlerdokumentation und bieten somit den Anstoß für zusätzliche Optimierungsmaßnahmen auf Basis von Industrie 4.0-Anwendungen.



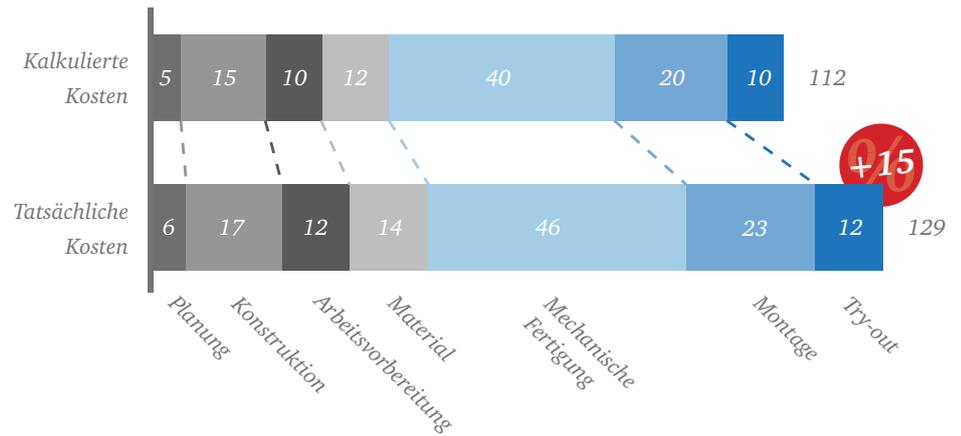
4

Tablet-Computer werden durchschnittlich in Werkzeugbaubetrieben genutzt

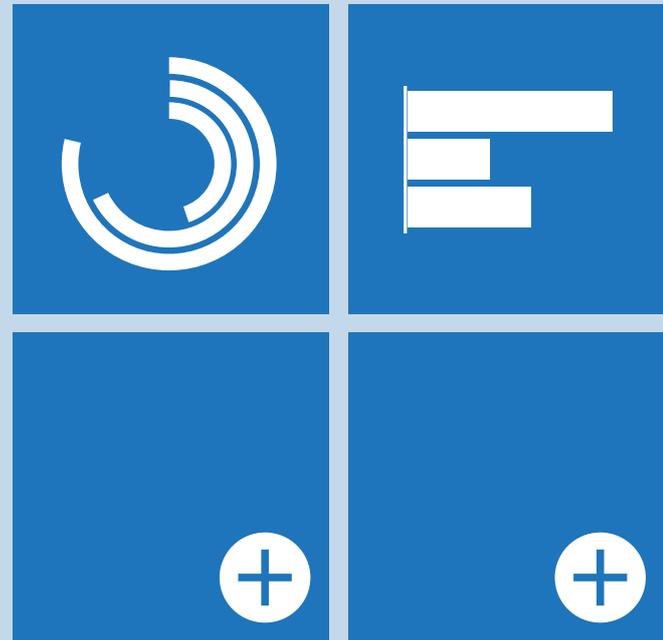
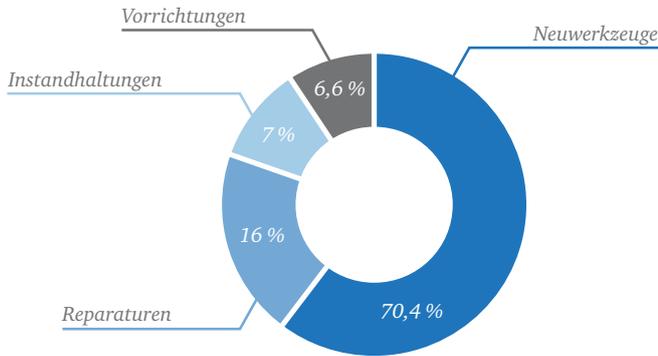
Kennzahlen-Cockpit

Beispielhaftes Bildschirm-Layout für ein digitales Kennzahlen-Cockpit

Kostenabweichung [Tsd. €]



Anteil Auftragsarten [%]



Werkzeugbauleitung

Konstruktion

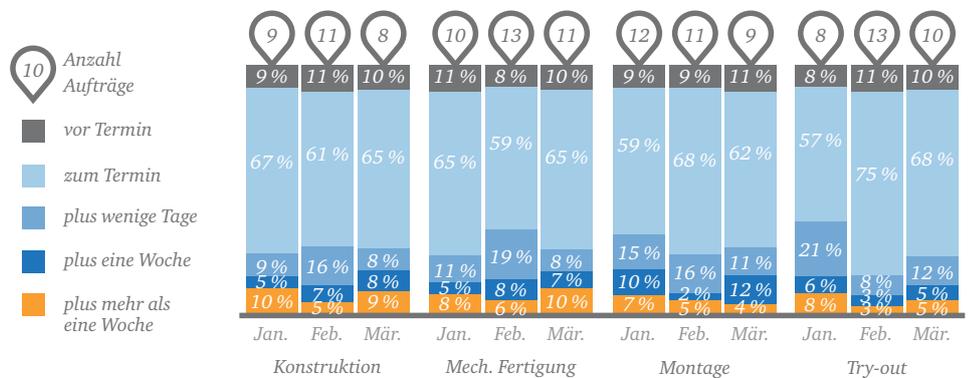
Arbeitsvorbereitung

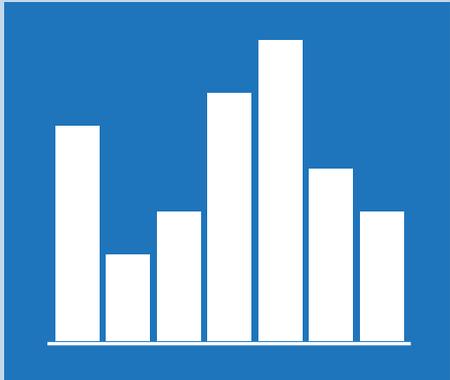
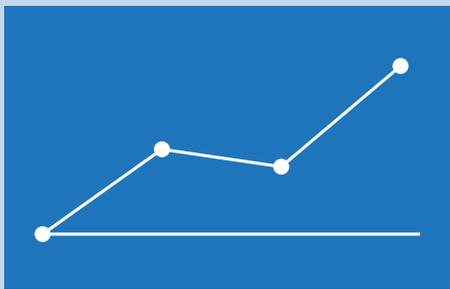
Fertigung

Montage

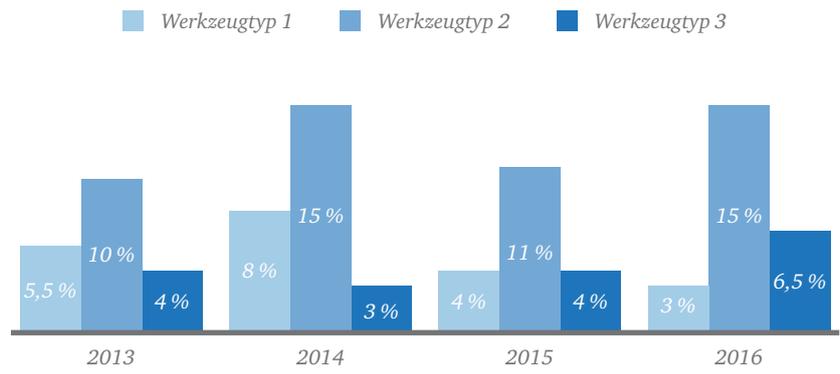
Try-out

Interne Terminabweichquote [%]

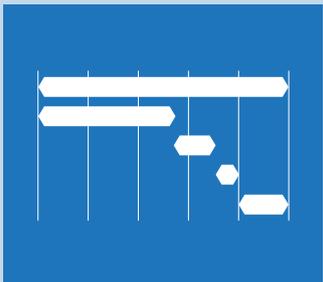
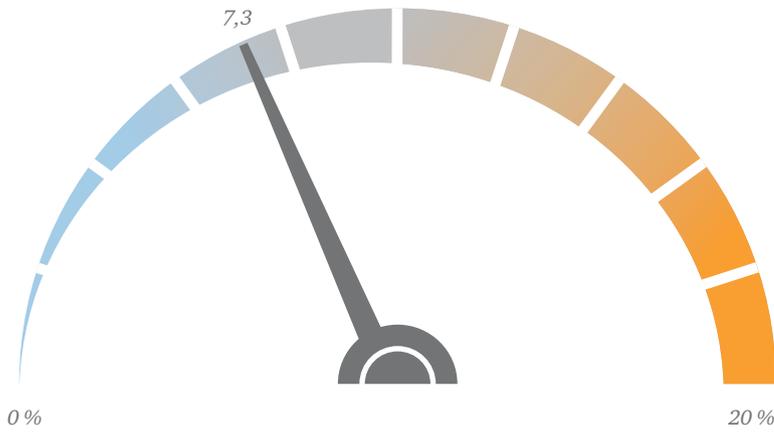




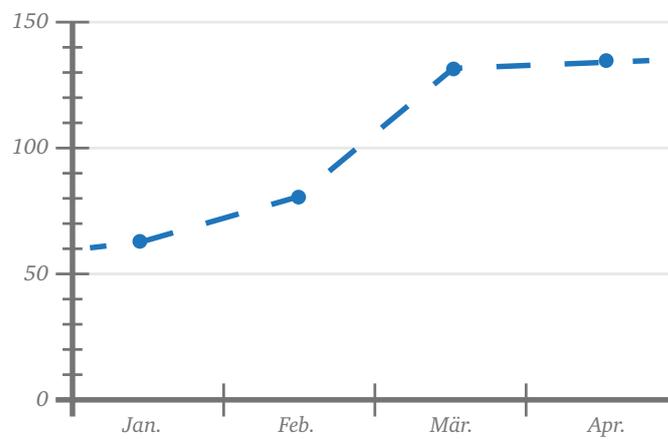
Reklamationsquote [%]



Gesamtüberstundenquote im Monat [%]



Auftragsreichweite [Tage]





Zusammenfassung und Ausblick

Nur das Team, welches seine aktuell Position genau kennt und den richtigen Kurs einschlägt, kann im harten Wettbewerb des Volvo Ocean Race gewinnen. Ganz ähnlich ist die Situation im Werkzeugbau. Werkzeugbetriebe müssen die drei Zielgrößen Zeit, Kosten und Qualität bestmöglich beherrschen, um wettbewerbsfähig zu sein. Insbesondere die Wechselwirkungen zwischen diesen drei Dimensionen machen die Herstellung von Werkzeugen jedoch zu einer komplexen Aufgabe. Die Optimierung einer der drei Zielgrößen, bei gleichzeitiger Beibehaltung der Leistungsfähigkeit in den beiden anderen Dimensionen, stellt Werkzeugbaubetriebe vor große Herausforderungen.

Den ersten Schritt zur Bewältigung dieser Herausforderung stellt die transparente Darstellung von Informationen in Bezug auf die drei Dimensionen dar. Insbesondere auf dem Shopfloor des Werkzeugbaus entsteht eine Fülle an Informationen, welche anforderungsgerecht aufbereitet und dargestellt werden muss. Dazu eignet sich die Komprimierung geeigneter Kennzahlen zur Messung der Performance auf dem Shopfloor durch ein Kennzahlen-Cockpit. Dieses Kennzahlen-Cockpit versetzt Führungskräfte in die Lage, Defizite frühzeitig zu erkennen, Maßnahmen schnell zu ergreifen und die Mitarbeiter zielgerichtet zu führen.

Ein Kennzahlen-Cockpit für den Shopfloor im Werkzeugbau bereitet idealerweise die relevanten Informationen einzelner Bereiche auf, so dass die Mitarbeiter des Bereichs direkten Zugang zu Informationen über ihre Performance haben. Bei der Auswahl der

Kennzahlen ist zu berücksichtigen, dass die Mitarbeiter des jeweiligen Bereichs auch Möglichkeiten haben, die dargestellten Kennzahlen zu beeinflussen. Das Ziel ist, die Abläufe auf dem Shopfloor transparent darzustellen, um Optimierungspotenziale zu identifizieren und vorhandene Schwachstellen frühzeitig abzustellen.

Die vorliegende Studie gibt einen Überblick über relevante Kennzahlen zur Messung der Performance entlang der Wertschöpfungskette des Werkzeugbaus. Hierbei werden Definitionen der unterschiedlichen Kennzahlen gegeben, Voraussetzungen definiert und die Erhebungsmethoden beschrieben. Zudem werden Vorschläge für eine intuitive und anschauliche Darstellung der Kennzahlen gemacht sowie ein Visualisierungskonzept für ein Kennzahlen-Cockpit für den Shopfloor im Werkzeugbau vorgestellt.

Zentrale Handlungsempfehlungen

- Definition der für den eigenen Shopfloor relevanten Kennzahlen entlang der Wertschöpfungskette des Werkzeugbaus
- Schaffung der Voraussetzungen für eine automatisierte Erhebung der für die Kennzahlen relevanten Daten
- Gestaltung eines anforderungsgerechten, intuitiv verständlichen und anpassungsfähigen Kennzahlen-Cockpits zur Performancemessung auf dem Shopfloor

Autoren



Dr. Wolfgang Boos

Geschäftsführer WBA Aachener Werkzeugbau Akademie



Dr. Michael Salmen

Leiter Abteilung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Tobias Hensen

Prokurist WBA Aachener Werkzeugbau Akademie



Max Schippers

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Jan Wiese

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Thilo Schultes

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



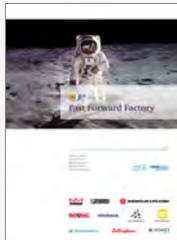
Tooling in Germany
2016



Erfolgreich Mitarbeiter Motivieren
2016



Fast Forward Tooling
2015



F³ 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