



Digital unterstützte Standzeitoptimierung – an den richtigen Stellschrauben zur Gesamtkostenreduzierung drehen

Beim Autokauf zählt für viele Privatpersonen primär der Kaufpreis des Fahrzeugs. Die Betriebskosten für Kfz-Steuer, Versicherungen, Inspektionen oder Reparaturen, die nach dem Kauf und über die Nutzungsdauer des Fahrzeugs anfallen, bleiben dagegen meist unberücksichtigt. Da diese sich über den Lebenszyklus zu signifikanten Beträgen aufsummieren können, sollten sie jedoch stets in die Kaufentscheidung einfließen. Das Phänomen dieser unzureichenden Berücksichtigung der Lebenszykluskosten von Produktionsgütern lässt sich auch in weiten Teilen der Industrie erkennen. Das Potenzial einer dezidierten Lebenszykluskostenbetrachtung von Werkzeugen wird am Beispiel der Branche Werkzeugbau dargestellt.

AUTOREN



Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Boos, MBA

ist geschäftsführender Oberingenieur des Lehrstuhls für Produktionssystematik am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und Geschäftsführer der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH



Julian Boshof, M.Sc.

ist Gruppenleiter in der Abteilung Unternehmensentwicklung des Lehrstuhls für Produktionssystematik am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Dr.-Ing. Christoph Kelzenberg

ist Oberingenieur der Abteilung Unternehmensentwicklung des Lehrstuhls für Produktionssystematik am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Christoph Frey, M.Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Unternehmensentwicklung des Lehrstuhls für Produktionssystematik am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

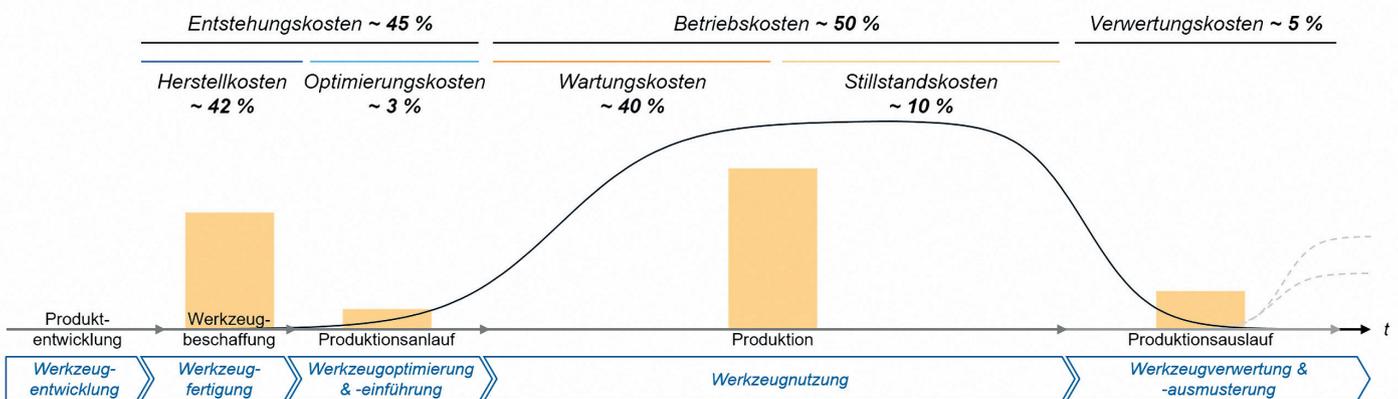


Bild 1: Kosten entlang des Werkzeuglebenszyklus für Stanz- und Umformwerkzeuge

Der deutsche Werkzeugbau sieht sich aufgrund der zunehmenden Konkurrenz aus China und Osteuropa bei steigender Produktqualität einem zunehmenden Preisdruck ausgesetzt. Dies wird dadurch intensiviert, dass viele Einkäufer der Serienproduzenten primär auf Basis des Beschaffungspreises über die Vergabe von Werkzeugprojekten entscheiden. Die tatsächlich anfallenden Kosten im Zuge des Werkzeuglebenszyklus, etwa in Form von Folgekosten für Reparaturen und Wartungen, bleiben dabei zumeist unberücksichtigt. Das ist ein Paradoxon, denn der Großteil der mit dem Werkzeug verbundenen Kosten entsteht nicht durch die Werkzeugherstellung beziehungsweise -beschaffung, sondern während der Werkzeugnutzung. Ein Überblick über den Werkzeuglebenszyklus und die damit verbundenen prozentualen Kosten im Bereich von Stanz- und Umformwerkzeugen zeigt Bild 1. Der Werkzeuglebenszyklus

wird dabei durch die generischen Phasen Entwicklung, Fertigung, Optimierung und Einführung, Nutzung sowie Verwertung und Ausmusterung von Werkzeugen definiert. Dabei belaufen sich die Entstehungskosten, welche Herstell- und Optimierungskosten der Werkzeugbeschaffung sowie des Produktionsanlaufs beinhalten, auf 45 Prozent der Gesamtkosten. Die Betriebskosten für Wartungen und werkzeugbedingte Maschinenstillstände während der Serienproduktion beim Kunden kumulieren sich hingegen auf 50 Prozent der Gesamtkosten. Verwertungskosten im Zuge des Produktionsauslaufs machen mit fünf Prozent lediglich einen marginalen Anteil an den Gesamtkosten aus. [1] Diese Kostenverteilung über den Werkzeuglebenszyklus lässt deutlich erkennen, dass die ausschließliche Betrachtung der initialen Werkzeugbeschaffungspreise unzureichend ist.

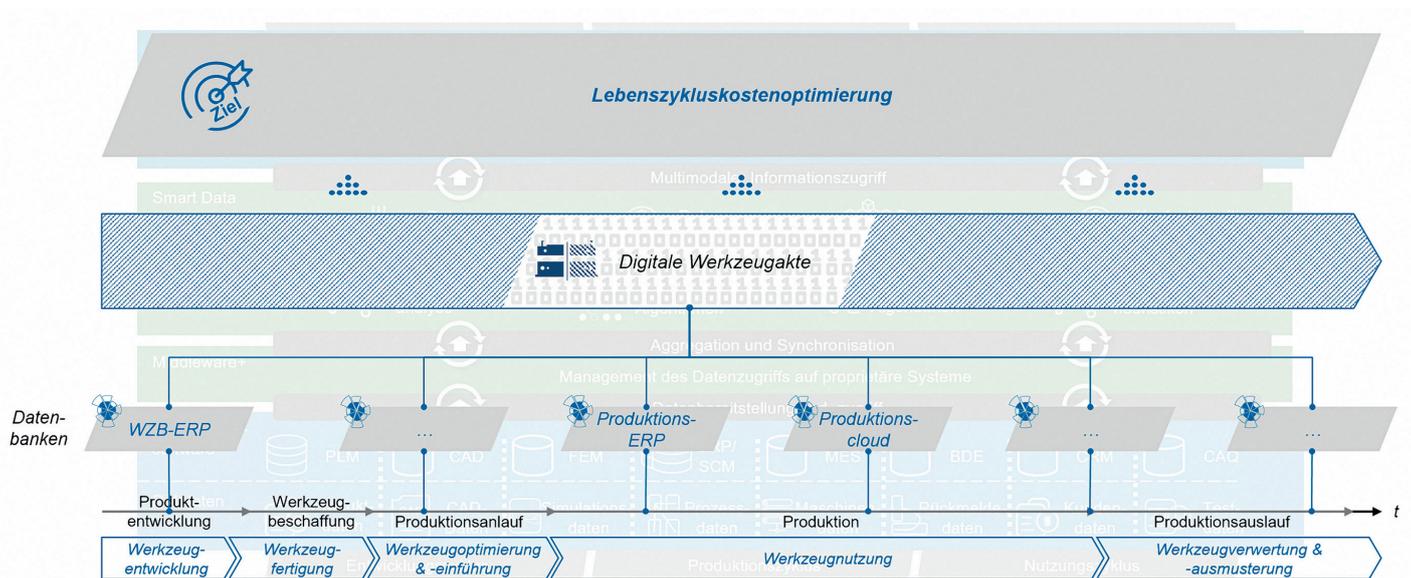


Bild 2: Die digitale Werkzeugakte schafft Transparenz bei der Lebenszykluskostenanalyse

In der industriellen Praxis wird die Lebenszykluskostenanalyse jedoch selten angewendet, da sie mit großem Aufwand verbunden ist. Folgekosten sind beispielsweise für den Werkzeugbau aufgrund fehlender Betriebsdaten häufig nur schwer abzuschätzen. Zudem herrscht zumeist keine Transparenz über die späteren Einsatzbedingungen des Werkzeugs, obwohl die tatsächlichen mechanischen und thermischen Belastungen einen erheblichen Einfluss auf das Ausfallverhalten haben.

DIGITAL UNTERSTÜTZTE STANDZEITOPTIMIERUNG

Entscheidend für das Ausfallverhalten von Stanz- und Umformwerkzeugen und damit für die Reduktion der werkzeugbedingten Kosten während der Werkzeugnutzungsphase ist das Standvermögen. Der Begriff steht für die grundsätzliche Fähigkeit eines Wirkpaares (Werkzeug und Werkstück), einen bestimmten Arbeitsschritt durchzustehen [2]. Die Standzeit bezeichnet folglich die Zeitspanne, in der ein Werkzeug ohne Unterbrechung genutzt werden kann, bevor signifikante Verschleißerscheinungen auftreten und eine Überholung, Erneuerung oder Auswechslung notwendig machen. Die Standmenge gibt folglich an, wie viele Teile produziert werden können, bevor ein werkzeugbedingter Eingriff erforderlich ist. Im Bereich des Stanzens und Umformens sollten daher stets hohe Standmengen und mithin optimale Standzeiten angestrebt werden.

Unternehmen, die das Potenzial der Kostenreduktion durch Standzeitoptimierung erkannt haben, greifen zur Dokumentation und Analyse der Standzeiten meist auf manuelle Excel-Listen zurück. Die manuelle Erfassung ist jedoch oft fehleranfällig, unsystematisch, bindet Mitarbeiterressourcen und wird nur unzureichend durchgeführt. Denn die Datenerfassungsprozesse sind meist nicht zwingend vorgeschrieben

und nicht anwenderfreundlich. Neben zusätzlichen Kosten führt dies bei nachfolgenden Analysen zu einem geringen Vertrauen in die erhobene Datenbasis, was die Daten grundsätzlich unbrauchbar macht. Deswegen sollten Daten stets digital mit entsprechender Softwareunterstützung erfasst und analysiert werden. Zudem erfordert eine digital unterstützte Standzeitoptimierung die Erarbeitung einer zugrundeliegenden Systematik.

Die WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH hat gemeinsam mit zahlreichen Partnern aus der Industrie ein Vorgehen zur systematischen Umsetzung der digital unterstützten Standzeitoptimierung entwickelt und mithilfe von Hard- und Softwarelösungen in der Industrie umgesetzt. Dieses Vorgehen gliedert sich in die drei Schritte Datenaufnahme, Datenanalyse und Definition der Handlungsfelder.

DATENAUFNAHME MITTELS DIGITALER WERKZEUGAKTE

Initialer Schritt ist die Datenaufnahme, denn die digitale Standzeiterfassung stellt die Voraussetzung für eine konsistente Dokumentation aller Vorgänge und Kosten entlang des gesamten Werkzeuglebenszyklus dar. Dafür müssen zunächst die erforderlichen Datenquellen zur Bestimmung der Werkzeuglebenszykluskosten identifiziert werden. Dazu gehören zum Beispiel Auftrags-, Werkzeug- und Instandhaltungsdaten. Entsprechende Daten liegen zumeist in verschiedenen Softwaresystemen unterschiedlicher Anbieter vor, das erschwert die Zusammenführung der Daten für nachfolgende Analysen aufgrund fehlender Konnektivität und Kompatibilität. Die erforderliche Datenbereitstellung mit einem einheitlichen Datenzugriff auf die unterschiedlichen Systeme lässt sich durch eine sogenannte Middleware gewährleisten. Aufbauend auf dieser

Grundlage kann anschließend, wie in Bild 2 dargestellt, eine digitale Werkzeugakte erstellt werden.

Die digitale Werkzeugakte schafft umfassende Transparenz, indem die Daten entlang des Werkzeuglebenszyklus sinnvoll miteinander verknüpft werden. Das stellt die Basis für eine spätere Datenanalyse dar. Zur Verknüpfung der Daten hat sich eine prozessuale Vorgehensweise in der Praxis bewährt. Dazu muss zunächst zwischen der auftragsbezogenen Typebene und den Instanzebenen für das Werkzeug und die Werkzeugkomponenten differenziert werden.

Die Typebene ist werkzeugunabhängig. Hier können beispielsweise jegliche Werkzeuge desselben Typs und folglich für ein identisches Produkt zur Anwendung kommen, die das entsprechende Unternehmen zur Verfügung hat. Die Typebene ist daher für die Datenerfassung unbrauchbar. Erst auf der Instanzebene wird zwischen den unterschiedlichen Werkzeugen desselben Typs unterschieden, was eine eindeutige Identifizierung des Werkzeugs ermöglicht. Weiterhin müssen auch die einzelnen verschleißanfälligen Komponenten innerhalb des Werkzeugs auf der Instanzebene der Komponenten eindeutig identifizierbar sein, um die Standzeit komponentenspezifisch zu optimieren. Das prozessuale Vorgehen sieht folglich in einem ersten Schritt das Auftragen einer ID zur eindeutigen Identifizierung der jeweiligen Werkzeugkomponente vor. In der Praxis kann dies zum Beispiel über das Aufbringen eines QR-Codes mittels Lasergravur erfolgen. Anschließend muss der Bezug zwischen der Komponente und dem Werkzeug sichergestellt werden, in das diese eingebaut wird. Auch das lässt sich mit einem handelsüblichen Laserscanner über die QR-Codes auf den Komponenten und dem Arbeitsplan umsetzen. Abschließend erfolgt die Verknüpfung der Produktionsdaten

während der Nutzungsphase mit den entsprechenden IDs der Komponenten beziehungsweise der Werkzeuge.

DATENANALYSE

Die verknüpfte und konsistente Datenbasis wird nachfolgend zur Datenanalyse verwendet, um aus den aggregierten Daten mittels verschiedener Analysemethoden Erkenntnisse für mögliche Optimierungsansätze abzuleiten. Insbesondere wenn Unternehmen noch nicht wissen, wie sie ihre Standzeit optimieren können, empfiehlt sich die Anwendung des sogenannten Knowledge-Discovery-in-Databases-Prozesses (KDD), der die Identifizierung von Zusammenhängen innerhalb großer Produktionsdatenmengen ermöglicht. Der KDD gliedert sich in die fünf sequentiellen Schritte Auswahl, Bereinigung, Transformation, Data Mining und Interpretation.

Bevor eine Datenbereinigung erfolgen kann, müssen die relevanten Produktionsdaten ausgewählt werden. Die Bereinigung beinhaltet unter anderem die Identifikation fehlerhafter Daten durch Plausibilitäts- und Konsistenzchecks. Dadurch können zum Beispiel die fehlerhaften Daten defekter Sensoren identifiziert und herausgefiltert werden. Die doppelte Datenerfassung in unterschiedlichen Systemen ermöglicht es, fehlende Daten zu kompensieren. Im Zuge der anschließenden Datentransformation werden nicht benötigte und doppelte Daten eliminiert, bevor die Erkennung von Mustern im Zuge des Data Minings mittels Analysealgorithmen erfolgt. Hierbei können unterschiedliche Analysemethoden wie etwa Regressions- und Korrelationsanalysen oder Cluster-Algorithmen zum Einsatz kommen. Abschließend werden die Analyseergebnisse interpretiert, um Ursache-Wirkzusammenhänge zu erkennen und daraus Wissen zu generieren. Auf dieser Basis lassen sich anschließend Handlungsfelder ableiten.



Bild 3: Handlungsfelder der Werkzeuglebenszykluskostenanalyse, Bilder: Autoren

HANDLUNGSFELDER DER DATENBASIERTEN WERKZEUGLEBENSZYKLUSKOSTENOPTIMIERUNG

Die WBA konnte gemeinsam mit den Partnerunternehmen drei übergeordnete Handlungsfelder identifizieren, die in Bild 3 dargestellt sind. Das Handlungsfeld Werkzeugkonzept sieht die datenbasierte Optimierung der Konzepte von Neuwerkzeugen sowie von Ersatzteilen im laufenden Betrieb vor. Das Handlungsfeld Instandhaltung umfasst hingegen die datenbasierte Auswahl und die Umsetzung anforderungsgerechter Instandhaltungskonzepte. Die Umsetzung eines intelligenten und datenbasierten Ersatzteilmanagements eröffnet das dritte Handlungsfeld. Alle Handlungsfelder beinhalten weitere, tiefergehende Anwendungsgebiete, wie im Folgenden am Beispiel des Handlungsfelds Werkzeugkonzept kurz exemplarisch dargestellt.

Das Handlungsfeld Werkzeugkonzept bietet grundsätzlich drei Stellhebel zur Optimierung – die Werkzeugbeschaffung, die Werkzeugauslegung von Neuwerkzeugen und die Auslegung von Ersatzteilen. Selbstverständlich hat die Adressierung aller drei Stellhebel den größten Einfluss auf die Standzeitoptimierung. Nichtsdestotrotz kann es sinnvoll sein, sich auf einzelne Stellhebel zu fokussieren. Neuwerkzeuge und Ersatzteile können beispielsweise hinsichtlich des Materials oder der Einsatzbedingungen optimiert werden. Eine weitere Möglichkeit stellt die Optimierung der Soll-Standmenge dar. Hierfür muss festgelegt werden, in welcher Reihenfolge und mit welchen Fertigungsparametern möglichst optimal produziert werden kann.

PRAXISBEISPIEL

Ein Partnerunternehmen der WBA Aachener Werkzeugbauakademie GmbH aus Süddeutschland mit internem Werkzeugbau beschäftigt sich schon seit längerem intensiv mit der Thematik der Werkzeuglebenszykluskostenanalyse. Zum Produktspektrum des Unternehmens gehören unter anderem Tiefzieh- und Strukturbauteile für die Automobilindustrie. Grundsätzlich verfolgt das Unternehmen einen ganzheitlichen Ansatz zur

Werkzeuglebenszykluskostenreduktion und ist entsprechend in allen der drei vorgestellten Handlungsfelder aktiv. Bemerkenswerte Kosteneinsparungen konnten durch eine lebenszyklusorientierte Werkzeugauslegung erzielt werden. So wurde beispielsweise für einen Schneideinsatz nach entsprechender Analyse eine spezielle Beschichtung vorgesehen. Dadurch wurde der Schneideinsatz zwar deutlich teurer, die Standmenge konnte jedoch um 400 Prozent von 500.000 auf 2.000.000 Stück erhöht werden. Zudem konnte auch die Lebensdauer des Schneideinsatzes um zirka 400 Prozent erhöht werden. Trotz des teureren Schneideinsatzes resultierte die optimierte Auslegung in einer Kostenreduktion von 37 Prozent bei Betrachtung des gesamten Werkzeuglebenszyklus.

FAZIT

Das Potenzial der Werkzeuglebenszykluskostenanalyse wird in Zukunft nicht nur unter ökonomischen Gesichtspunkten einen steigenden Stellenwert in der Produktion einnehmen. Auch vor dem Hintergrund eines zunehmend nachhaltigen Wirtschaftens wird die ganzheitliche Betrachtung des Werkzeuglebenszyklus an Bedeutung gewinnen. Mithilfe der digital unterstützten Standzeitoptimierung lassen sich die Potenziale zur Kostenreduktion entlang des Werkzeuglebenszyklus offenlegen. Dabei hat sich das vorgestellte und von der WBA entwickelte systematische Vorgehen der Datenaufnahme, der Datenanalyse und der Definition von Handlungsfeldern in der industriellen Praxis bewährt.



[1] Reinsch, Eger – Forschungsprojekt LCC (2006); Auswertung über 61 Stanz- und Umformwerkzeuge von 11 Werkzeugbaubetrieben

[2] DIN 6583, 1981, S. 1