Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

next generation media

Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation

Life Cycle Performance

Praxisnahe Informationen für Hersteller, Betreiber und Zulieferer

Band 5

www.nextgenerationmedia.de

Text und Redaktion
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin
MMB-Institut für Medien- und Kompetenzforschung, Berlin

Gestaltung und Produktion
iserundschmidt GmbH, Berlin

Druck
Elch Graphics, Berlin

Fotos
Titel/S. 6/S. 14: Trumpf GmbH + Co.KG
S. 9/S. 15-S. 21: LICMA
S. 12: Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH
S. 13: Infoman AG

Herausgeber
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
Referat Öffentlichkeitsarbeit (BMWi)
10115 Berlin
info@bmwi.bund.de
www.bmwi.de

Stand
11/2008

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

next generation media

Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation

Life Cycle Performance

Praxisnahe Informationen für Hersteller, Betreiber und Zulieferer

Band 5

Inhalt

Vorwort 5

Life Cycle Performance 6

Der transparente Lebenslauf: Wie der Lebenszyklus einer Maschine planbar wird 8

Was ist neu? 9

Use Cases 10

Wege zur Nutzung von LICMA 11

LICMA in der Praxis

Geb. Heller Maschinenfabrik GmbH 12

Infoman AG 13

Trumpf GmbH + Co. KG 14

Für Experten 15

Ansprechpartner 22

Vorwort

Dr. Frank Bünting, Geschäftsführer Arbeitskreis LCC im VDMA

Bei den Kunden der deutschen Maschinen- und Anlagenbauer setzt sich in den letzten Jahren immer mehr die Erkenntnis durch, dass für eine Investitionsentscheidung nicht nur der Kaufpreis, sondern auch das Verhalten des Investitionsgutes während der Lebensdauer eine entscheidende Rolle spielt. Früher genügte das Siegel „Made in Germany“ als Synonym für qualitativ hochwertige und langlebige Produkte. Inzwischen hat sich die Welt gewandelt und die Kunden hinterfragen kritisch die Aussagen der Hersteller und wollen sie mit Fakten untermauert wissen.

Die Zielsetzung des Käufers ist es, das Investitionsgut herauszufinden, das ihm über einen definierten Zeitraum die geringsten Kosten verursacht. Da heute die Betriebskosten eines Investitionsgutes bei einem Betrachtungszeitraum von zehn Jahren ca. fünf- bis zehnmal höher sind als die Investitionskosten, wird sehr schnell deutlich, welche hohe Bedeutung die Life Cycle Performance heute und auch in Zukunft spielen wird.

Den Anforderungen der Kunden stehen derzeit aber relativ wenige Erfahrungen bei der Quantifizierung der Life Cycle Performance gegenüber. Der Erfolg solcher Ansätze muss sich an der validen Beantwortbarkeit der folgenden Fragen messen lassen:

1. In welchem Verhältnis stehen die Investitionskosten zu den Lebenszykluskosten?
2. Sind die Maschinen und Anlagen für den konkreten Anwendungsfall und die Nutzungsdauer richtig ausgelegt?
3. Inwieweit können konstruktive Änderungen und Neuentwicklungen die Life Cycle Performance eines Produktes positiv beeinflussen?
4. Kann durch produktbegleitende Maßnahmen die Life Cycle Performance gesteigert werden?

Die Voraussetzung für die Beantwortung dieser Fragen ist die Schaffung eines einheitlichen Verständnisses für die Einflussfaktoren auf das zukünftige Verhalten von Maschinen und Anlagen. Damit einhergehend müssen die Rahmen- und Einsatzbedingungen der Produkte eindeutig zwischen den Herstellern und Anwendern geklärt werden. Darüber hinaus ist ein Datenaustausch über das Verhalten der Maschinen und Anlagen im Feld notwendig, damit zum einen die aktuellen Maschinen und deren Life Cycle Performance begutachtet werden können und zum anderen Informationen für die Simulation zukünftiger Maschinen und Anlagen zur Verfügung stehen.

Das Projekt LICMA hat sich einiger dieser Herausforderungen angenommen. Der so genannte LICMA-Würfel bietet den Unternehmen ein gemeinsames Datenmodell, mit dem die Hersteller und Anwender die Life Cycle Performance-Informationen aufbereiten und austauschen können. Auch die Frage der Datenaufbereitung und des Datenaustausches wird mittels der LCP-Plattform beantwortet. Für die Simulation der Kosten für die Instandsetzung und Wartungsvorgänge wurde mit dem LICMA-Servicekonfigurator ein Werkzeug geschaffen, das es den Unternehmen erlaubt, spezifische und gesamtperformanceorientierte Instandsetzungspläne zu gestalten.

Mit dem Projekt LICMA sind wichtige Grundsteine gelegt worden, um die Unternehmen in die Lage zu versetzen, die Life Cycle Performance ihrer Produkte zu steigern und gegenüber ihren Kunden darzulegen. Bestimmt trägt die Umsetzung der Ergebnisse dieses Projektes in der Praxis dazu bei, das Gütesiegel „Made in Germany“ auch weit in das 21. Jahrhundert zu tragen.

Life Cycle Performance

Einführung

Im Maschinen- und Anlagenbau verschieben sich die Schwerpunkte. War das Geschäft für Hersteller bisher quasi mit dem Verkauf der Anlage erledigt, fordern Betreiber heute eine verstärkte Berücksichtigung der Folgekosten im Maschineneinkauf. Diese Folgekosten hängen im Wesentlichen von regelmäßigen Wartungsphasen und vom Verschleiß ab. Maschinenausfälle und –stillstände sowie dadurch bedingte Qualitätseinbußen sind immer mit hohen Kosten verbunden, die am Ende eines Herstellungsprozesses auf das Produkt umgelegt werden müssen. Zusätzlich muss eine Ersatzteilhaltung betrieben werden, die Stillstands- und Wartungszeiten verkürzen kann.

Darüber hinaus gewinnen Dienstleistungsangebote an Bedeutung. Beratung schon beim Bau der Maschine oder auch ausgefeilte Fernwartungskonzepte erweitern das Angebot von Maschinenherstellern. So entsteht eine aus Sachleistungen, Dienstleistungen und Rechten bestehende kundenorientierte Paketlösung, das so genannte Leistungsbündel.

Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau wird sich im internationalen Markt nur behaupten können, wenn die veränderten Rahmenbedingungen angenommen und neue Methoden und Verfahren angewendet werden. 2006 erzielte die Branche einen Umsatz von 158,4 Mrd. € und damit einen Anteil von 39 % an der gesamteuropäischen Produktion. Die Struktur dieses Wirtschaftszweigs ist durch kleine und mittelständische Unternehmen geprägt. Ein Großteil der in Deutschland verkauften Maschinen und Anlagen geht an die Automobil- und Zulieferindustrie. Wird die Leistungsfähigkeit der Maschinen und der Prozesse im Verlauf eines Lebenszyklus, also die Life Cycle Performance (LCP), erhöht, führt dies zu einer nachhaltigen Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie das Projekt LICMA gefördert. LICMA entwickelt einen ganzheitlichen Ansatz zur partnerschaftlichen Zusammenarbeit zwischen Betreibern, Herstellern und Komponentenlieferanten, um den Lebenszyklus einer Maschine sowie ihre Ausfall-, Wartungs- und Reparaturzeiten besser prognostizieren zu können. Ziel ist es, unter Berücksichtigung aktueller Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsberechnung und durch den Einsatz innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien den kompletten Lebenszyklus von Produktionsanlagen zu optimieren. Dazu entsteht nicht nur ein theoretischer Modellbaukasten als Kommunikationsbasis für alle Beteiligten, der erstmals aufzeigt, wie eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden mit unterschiedlichen Zielsetzungen und organisatorischen sowie technischen Ansätzen ineinander greift. Vor allem entstehen praxisorientierte IT-gestützte Prognosemethoden, Verfügbarkeitsaussagen sowie Überwachungs- und Diagnosesysteme für Produktionsanlagen. Zum Kern von LICMA gehören insbesondere ausgefeilte Kommunikationskonzepte für die sichere Vernetzung von Herstellern und Betreibern insbesondere über das Internet. Dabei geht es z.B. um die Erfassung und den Austausch von aktuellen Sensordaten, die Auskunft über Maschinenzustände geben. Ziel ist es z.B., möglichen Ausfällen durch zeitgerechte Services vorzugreifen.

Ergebnis von LICMA sind ein Referenzmodell für den Austausch von Lebenszyklusdaten und die Umsetzung in eine technische Plattform. Das Projekt entwickelt eine beispielhafte Lösung, die auf breiter Ebene zur Nachahmung anregen und Impulse zur nachhaltigen Stärkung des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus setzen soll.

Der transparente Lebenslauf: Wie der Lebenszyklus einer Maschine planbar wird

LICMA – Life Cycle Performance im Maschinen- und Anlagenbau

Rund um die Uhr fehlerfrei und profitabel produzieren, das ist das erklärte Ziel der idealen Life Cycle Performance, der Lebenszyklusleistung einer Maschine. Für das optimale Preis-Leistungs-Verhältnis werden dabei die minimalen Maschinenkosten pro Stück über einen bestimmten Verfügbarkeitszeitraum angestrebt. Ein Modell, das sich die Reduzierung der Stückkosten als gemeinsame Aufgabe zwischen Hersteller, Betreiber und Komponentenlieferanten zum Ziel setzt, muss folgende Herausforderungen lösen:

a) Differenzierte Vertragsgestaltung
Zur Erhöhung der Life Cycle Performance ist die möglichst genaue Quantifizierung von Life Cycle Costing (LCC) -Verträgen, oder Leistungsbündelverträgen, erforderlich. Bei LCC-Verträgen werden zur eigentlichen Sachleistung umfangreiche Dienstleistungen für Wartung und Instandhaltung zu einer individuellen Paketlösung geschnürt.

b) Transparentes Controlling
Im Gegensatz zum klassischen buchhaltungsorientierten Controlling, das sich primär auf Ist-Werte vergangener Abrechnungsperioden stützt, versorgt das Controlling in LICMA Hersteller, Betreiber und Komponentenlieferanten mit zweckorientierten, zusätzlichen und vor allem aktuellen Informationen und stellt dafür die entsprechende IT-Infrastruktur zur Verfügung. Das Controlling versetzt die Entscheidungsträger durch ein Frühwarn- und Aufklärungssystem in die Lage, Risiken und Chancen frühzeitig zu erkennen und wahrzunehmen.

c) Effiziente Felddatenerfassung
Die Analyse von Felddaten muss eine Transparenz schaffen, mit der der Hersteller möglichst schnell auf Ereignisse reagieren, ungeplante Ausfälle vermeiden und somit die Maschineneffizienz maximieren kann. Der Zweck und die Güte der Datenerfassung sowie die dazugehörige Sensorik und Diagnostik stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit dem garantierten Leistungsbündel. Die Akteure werden bei der Felddatenanalyse durch so genannte Lastkartierungsmodelle, statistische Auswertungen und Prognosemethoden unterstützt.

d) Konsistente Datenverarbeitung
Die konsistente Verarbeitung, Übertragung und Interpretation der Informationen entlang der Leistungskette aus Komponentenlieferanten, Hersteller und Betreiber muss gewährleistet sein.

e) Datensicherheit und Vertraulichkeit
Daten müssen sicher zwischen den beteiligten Partnern übertragen werden.

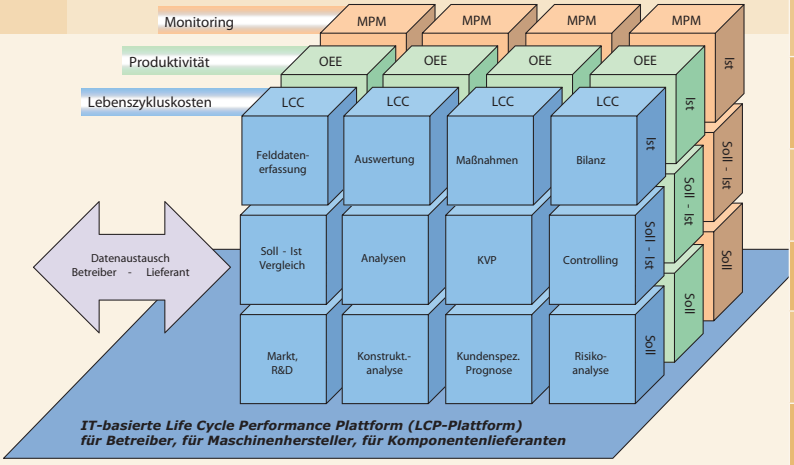
LICMA hat sich bei der Lösung der Vielzahl der Aufgabenstellungen auf die konzentriert, für die es bisher keine oder nur unbefriedigende Lösungen gab. Es wurden Methoden entwickelt ...

1. ... zur Standardisierung der Informations- und Datenflüsse zwischen Herstellern und Betreibern durch geeignete IT-Plattformen.
2. ... zur Sensordatenerfassung mit der optimierten Verdichtung, Übertragung und Interpretation in Form von Lastprofilen in intelligenten Getrieben.
3. ... zur Strukturierung von Instandhaltungsleistungen und zur systematischen Beschreibung, Verfolgung und Erstellung von Aufwandsprognosen.
4. ... zur Optimierung des Servicezeitpunkts durch Berechnung der Abnutzung von Verschleißkomponenten.

Die praktische Umsetzung der entwickelten Methoden wird anhand von Anwendungsbeispielen illustriert. Detaillierte Beschreibungen der Anwendungen finden Sie im Expertenteil ab Seite 15.

Was ist neu?

Die zahlreichen unterschiedlichen Methoden können nicht einzeln betrachtet werden. Sie greifen alle mit ihren unterschiedlichen Zielsetzungen sowie organisatorischen und technischen Ansätzen ineinander. Um diese komplexen und vielfältigen Fragestellungen zu kategorisieren, wurde der LICMA-Würfel entwickelt. Er bildet erstmals eine ausgereifte Kommunikationsbasis für alle beteiligten Parteien, wenn es um Life Cycle Performance-Projekte geht. Detaillierte Informationen zum LICMA-Würfel finden Sie im Expertenteil ab Seite 15.



Die LICMA-Innovationen	
Bisher	**Mit LICMA**
Bauteile in Maschinen oft unspezifisch ausgelegt	Bauelemente entsprechen der Anforderung (extreme Belastung, extreme Verfügbarkeitsanforderungen, ...)
Einkauf verhandelt die reinen Investitionskosten	Ganzheitliche Betrachtung der Life Cycle Performance, also der Produktivität bzw. Stückkosten
Verkauf der Maschine	Stückkosten eines Produktionsprozesses über die gesamte Lebensdauer der Maschine als Verkaufsargument
Klare Informationstrennung zwischen Betreiber, Hersteller und Komponentenlieferant	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess durch Informationsaustausch zwischen Betreiber/ Hersteller/Komponentenlieferant
Nur wenige, harte Verkaufsargumente zählen	Stärkere Berücksichtigung von weichen Faktoren wie Kooperation, Infrastruktur, Synergie und Kompetenz
Kaum regelmäßige Kommunikation zwischen Hersteller und Betreiber	Systematische, regelmäßige Kommunikation zur gegenseitigen, kontinuierlichen Verbesserung
Risiko bei Hersteller (bis zum Gewährleistungsende) oder Betreiber (ab Gewährleistungsende)	Verteilte Risiken je nach Abstimmung über den gesamten Lebenszyklus
Feste Wartungspläne	Dynamische, nutzungsabhängige Instandhaltung (Abnutzungsvorrat)
Service der Maschine in der Regel bezogen auf die ganze Maschine	Konfigurierbarer Service bezogen auf individuelle Maschine (Komponenten, Instandhaltungsvorgänge, Ersatzteile, Umfänge)
Belastung beim Betreiber ist dem Hersteller unbekannt, kennt oft nur Labordaten bzw. Belastbarkeit im Auslieferzustand	Transparenz über tatsächliche Belastung im Produktivbetrieb (gläserne Maschine) mit laufender Aktualisierung
Sporadische Betriebsdaten an Hersteller im Störfall oder auf Anforderung, meistens in Papierform	Systematischer Austausch von Betriebsdaten in standardisierter und für die IT verarbeitbarer Form
Service des Herstellers wird erst im Schadensfall angefordert	Serviceleistungen des Herstellers umfassen auch langfristige Trenderkennung zur frühzeitigen Schadensvermeidung und zur Produktionsoptimierung
Datenaustausch nur sehr schwer möglich wegen Angst vor Datenmissbrauch. Vertrauen war eigentlich nicht notwendig, da Transparenz nicht gefordert wurde	Abgestuftes Sicherheitskonzept mit genau definierter Freigabe und Absicherung von Daten

Use Cases

Methoden zur Bestimmung der Life Cycle Performance in der Anwendung

Datenerfassung mithilfe von Sensorgetrieben

Ein häufiger Mangel bei der Prozessüberwachung von Antriebslösungen ist der eingeschränkte Informationsfluss über die mechanische Belastung der Antriebskomponenten.

Die Integration standardisierter Sensortechnik am Getriebe hilft, die Daten zu erfassen und eine umfassende Beurteilung durchzuführen. Unter anderem können die Daten zur Analyse der Abläufe (Mechanical Debugging) und zur Zustands- und Produktionsüberwachung beitragen.

Dynamischer Instandsetzungsplan

Präventive Instandhaltung ist eine Möglichkeit, um Stillstandskosten einer Maschine wirksam zu senken. Das bedeutet, dem Ausfall von Komponenten durch rechtzeitigen Austausch in Produktionspausen zuvorzukommen. Die Lebensdauer mechanischer Komponenten ist aber sehr stark abhängig von der Betriebsbelastung. Die in LICMA entwickelte Methode plant die günstigsten Wechselintervalle in Abhängigkeit von der Belastung und kann Wechselzeitpunkte komponentenspezifisch anpassen.

LICMA-Servicekonfigurator

Der LICMA-Servicekonfigurator kann Kosten für Instandhaltungs- und Wartungsvorgänge für Standardmaschinen besser vorhersagen. Er nutzt statistische Verteilungen, die auch instabile Umgebungsbedingungen darstellen, und kann darüber Aussagen über zukünftige Entwicklungen treffen. Derzeitige Bewertungsverfahren zur Kostenplanung lassen diese Unsicherheitsbetrachtung bei der Prognose außer Acht.

LCC-Risikosimulation

Neben wissenschaftlichen Methoden zur Ermittlung und Prognose von Lebenszykluskosten bei bestimmten Betriebsbedingungen wurde für die prognostizierten Life Cycle Cost-Kennwerte eine Risikoabschätzung erarbeitet. Damit sind Aussagen über das maximal zu erwartende Kostenrisiko beim Kauf und Betrieb einer Maschine möglich.

Life Cycle Performance-Datenaustausch

Eine besondere Herausforderung organisatorischer und technischer Art stellt der Datenaustausch zwischen den an der Lieferkette beteiligten Unternehmen dar. So wurde im Rahmen des Projekts ein Baustein entwickelt, der diesen automatisierten Austausch ermöglicht. Der Datenaustausch über Firewall-geschützte Webservices und zusätzliche Trennung der Netze durch architektonische Maßnahmen erlauben bei den heute üblichen Anforderungen die sichere Übertragung.

Die LCP-Plattformen

Als Schwerpunkt des Projekts LICMA wurden IT-Plattformen entwickelt, die Hersteller und Betreiber von Maschinen und Anlagen bei der Bereitstellung, Analyse, dem Austausch und der Interpretation der Maschinendaten unterstützt und die Life Cycle Performance optimieren hilft.
Detaillierte Beschreibungen der Use Cases finden Sie ab Seite 15.

Wege zur Nutzung von LICMA

Was ist zu beachten, wenn ich als Hersteller/ Betreiber eine Life Cycle Performance einführen will?

Hersteller

- Welche Instandhaltungsinfrastruktur haben meine Kunden?
- Welche Verantwortung möchte ich für den Produktionsprozess, die Bedienung und die Instandhaltung beim Betreiber übernehmen?
- Welche Leistungen kann ich anbieten? Welche Qualifikationen? An welchen Orten? Mit welcher Verlässlichkeit?
- Welche Daten aus dem Betrieb benötige ich, um die Serviceleistungen zu erbringen?
- Welche Kommunikationsstrukturen kann ich anbieten?
- Habe ich die Infrastruktur, um Dienstleistungsverträge zu planen, zu steuern und zu überwachen?
- Welche internen IT-Systeme sind von LCP betroffen? Mit welchen Technologien sind diese aufgebaut?
- Kann ich meine Angebote mithilfe der Richtlinien des Einheitsblattes VDMA 34160 beschreiben?
- Wie stelle ich mich als Hersteller auf? Will ich Dienstleistungen für meine Produkte anbieten? Will ich diese Leistungen mit den Produkten bündeln?
- Kann ich meine Produkte durch Zustandsüberwachung erweitern? Ist die Überwachung der Abnutzung meiner Produkte für meine Kunden interessant?
- Kann ich für meine Produkte durch Teleservice einen Mehrwert schaffen?
- Will ich einem Betreiber erhöhte Verfügbarkeit verkaufen?

Betreiber

- Welche Instandhaltung benötige ich im Haus, welche kann ich mir leisten, welche Dienstleistungen kann ich outsourcen?
- Welche Produktions- und Betriebsdaten habe ich? Welche Qualität haben diese? Könnte ich diese Qualität einem externen Dienstleister zur Verfügung stellen?
- Welche Produktionsdaten will ich an einen externen Dienstleister herausgeben? Unter welchen Sicherheitsbedingungen?
- Welche Kommunikationsstrukturen kann ich anbieten?
- Habe ich die Infrastruktur, um einen externen Dienstleister zu steuern?
- Welche internen IT-Systeme sind von LCP betroffen? Mit welchen Technologien sind diese aufgebaut?
- Kann ich meine Wünsche mithilfe der Richtlinien des VDMA 34160 Einheitsblattes konkretisieren?
- Könnte Condition Monitoring die Produktivität meiner Anlagen erhöhen?
- Brauche ich ein eigenes Ersatzteillager? Kann mir der Hersteller eine vergleichbare oder bessere Ersatzteilverfügbarkeit garantieren?
- Wie viel ist mir Verfügbarkeit wert?

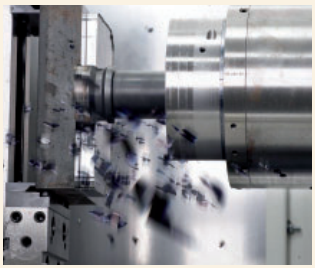
LICMA in der Praxis

Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH

Heller verfügt international über ein dichtes Netz an Service Centern und Stützpunkten. Die Verwaltung und Organisation der Leistungsbündel geschah bisher manuell und war nicht ausreichend transparent. LICMA verbindet die Service- Stützpunkte nun pilothaft mit der Entwicklung, dem Vertrieb und dem Komponentenlieferanten auf einer gemeinsamen IT-Plattform und macht damit ein erweitertes Dienstleistungsangebot, wie es Heller nun anbieten kann, erst möglich (siehe auch S. 18, Servicekonfigurator). Ebenfalls auf der IT-Plattform erfasst werden die Felddaten. Sie stellen eine weitere wichtige und ergänzende Informationsquelle dar, um das Dienstleistungsangebot (z.B. für eine proaktive Instandhaltungspolitik) eines Maschinenherstellers zu erweitern (siehe auch S. 16, Felddatenerfassung).

Die Einbindung der Servicestützpunkte in Leistungsbündel (Sach- und Dienstleistungen) und die Verwendung von Technologien in den Bereichen Sensorik, Diagnostik und Teleservice stärken die Leistungsfähigkeit des Produktionssystems nachhaltig. So entstehen durch „modulare Dienstleistungen“ innovative und an den individuellen Bedürfnissen des Kunden ausgerichtete Geschäftsmodelle.

Weitere Informationen:
www.heller-machinetools.com
Wolfgang Liebrich, Wolfgang.Liebrich@heller.biz



Infoman AG

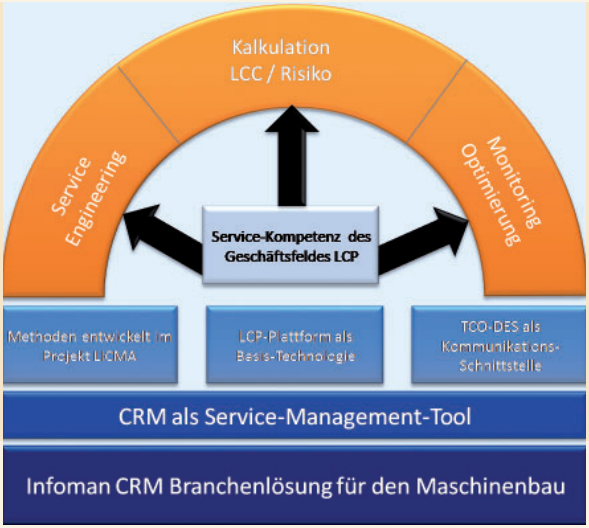
Die Infoman vermarktet an den Maschinen- und Anlagenbau Customer Relationship Management-Lösungen (CRM). Das Leistungsportfolio des Geschäftsfelds Life Cycle Performance der Infoman AG kann durch LICMA vergrößert werden und umfasst dann eine Vielzahl an Leistungen.

Die CRM-Branchenlösung für den Maschinenbau wurde durch LICMA ausgebaut. So werden heute Service-Vorgänge sehr detailliert durch das CRM-System angestoßen, berichtet und ausgewertet. Sogar Rechnungsstellungen sind möglich. Daneben wurde eine so genannte Maschinenakte eingeführt, um aktuelle Informationen über die Maschine beim Kunden zu erfassen, aufzubereiten und präventive Aktivitäten anzuregen.

Zur Übertragung dieser Daten vom Maschinenbetreiber zum Maschinenhersteller hat die Infoman AG im Rahmen des Projekts LICMA eine Kommunikationslösung entwickelt, die auch hohen Sicherheitsansprüchen der Maschinenbetreiber genügt.

Die im Projekt LICMA entwickelte LCP-Plattform, die den Maschinenbau in der Erstellung verfügbarkeitsbasierter Angebote und Verträge (sog. LCC-Verträge, Leistungsbündelverträge) unterstützt, ist Grundlage für eine Erweiterung des Infoman-Leistungsportfolios.

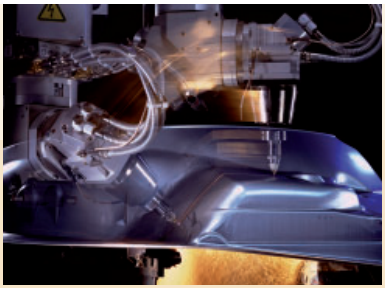
Zur Abrundung des IT-Leistungsangebots bietet das Geschäftsfeld LCP der Infoman AG Lösungen für das Controlling von Life Cycle Performance-Verträgen an. Nutzer dieser Controlling-Lösung kann sowohl der Maschinenbetreiber als auch der Maschinenhersteller sein.

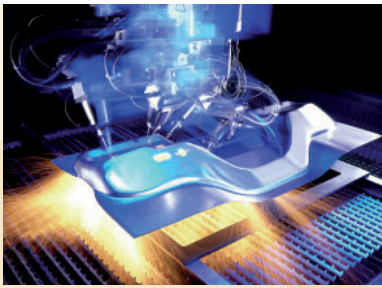


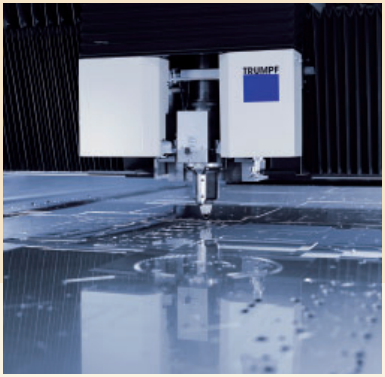
Weitere Informationen:
Infoman AG
Peter Wetzel
peter.wetzel@infoman.de

Trumpf GmbH + Co. KG

Durch die ganzheitliche Betrachtung des Maschinenlebenszyklus im Rahmen von LICMA werden die verschiedenen Service- und Dienstleistungen jetzt pilothaft gemeinsam und aufeinander abgestimmt angeboten und zusammen mit der Maschine vertrieben. Eine effiziente Produktion ist im Sinne von LICMA nur dann möglich, wenn sich die Kompetenzen beider Partner (Hersteller und Betreiber) optimal ergänzen und sowohl eine hohe Verfügbarkeit als auch eine hohe Produktivität erreicht werden. Dies wird mit einem individuell auf den jeweiligen Betreiber abgestimmten Service- und Dienstleistungsangebot unterstützt.







Dienstleistungen für eine hohe Produktivität:

Zum Beispiel: Beratung/Consulting

- Applikationsberatung

Trumpf vermittelt seinen Kunden vor Ort spezielles Maschinen- und Produktionsprozess-Know-how und sucht nach Wegen, die die Qualität der Kundenteile bzw. Kundenbaugruppen verbessern sowie die Produktivität der Trumpf-Maschine erhöhen.

- Blechgestaltung

Im Workshop zur Blechgestaltung macht Trumpf mit dem Kunden die gesamte Prozesskette Blech sicht- und erlebbar – von der Idee bis hin zum endgültigen Werkstück. Ziel des Workshops ist, die Gestaltungs- und Optimierungsmöglichkeiten von Teilen und Baugruppen aus Blech zu vermitteln und an einem praktischen Beispiel aus dem Kundenteilespektrum umzusetzen. Dabei sollen gleichzeitig die Kosten gesenkt, die Fertigung vereinfacht und die Funktion der Teile verbessert werden.

- Produktionsprozesse

Trumpf unterstützt die Weiterentwicklung der Kunden-Prozesse systematisch, indem Kunden von den positiven Erfahrungen, die mit dem Produktionssystem Synchro gemacht wurden, profitieren können.

Dienstleistungen für eine hohe Maschinenverfügbarkeit:

Zum Beispiel: Servicevereinbarungen

- Trumpf-Kunden können ein Bündel von Dienstleistungen buchen, das zu überlegener Produktivität durch optimale Maschinenverfügbarkeit verhilft. Von der Telediagnose und einer verlängerten Rufbereitschaft des technischen Kundendienstes über vorbeugende Wartungen nach einer speziell ausgearbeiteten Trumpf-Checkliste bis hin zu Vereinbarungen, in denen sämtliche benötigten Ersatzteile und Reparaturen bereits enthalten sind. Natürlich werden alle Angebote auch auf den konkreten Kundenbedarf angepasst.

Weitere Informationen:
Trumpf GmbH + Co. KG
www.trumpf.com

Für Experten

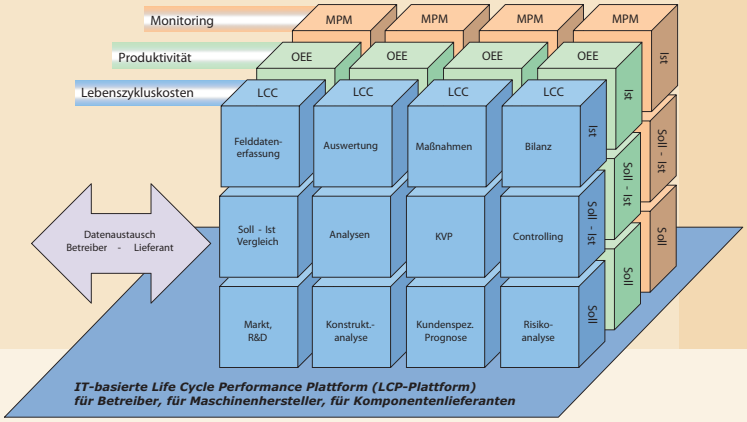
Nachfolgend finden Sie Experten-Informationen zu den LICMA-Anwendungen

Der Methodenbaukasten und die in LICMA entwickelten Methoden

Die Herausforderungen von LICMA zeigten frühzeitig, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden mit unterschiedlichen Zielsetzungen und organisatorischen sowie technischen Ansätzen ineinander greifen. Um diese komplexen und vielfältigen Fragestellungen zu kategorisieren, wurde der LICMA-Würfel entwickelt. Er bildet die Kommunikationsbasis zwischen allen beteiligten Parteien, wenn es um Life Cycle Performance-Projekte geht.

Der Würfel stellt von links nach rechts vier Stufen der Informationsverarbeitung dar. In der ersten Stufe geht es um die Datenerfassung und -aufbereitung, in der zweiten um die Datenanalyse und -auswertung, in der dritten um die aus den Analysen abgeleiteten Handlungen und in der vierten schließlich um den langfristigen Verbesserungsprozess der Methoden und der ihnen zugrunde liegenden Daten.

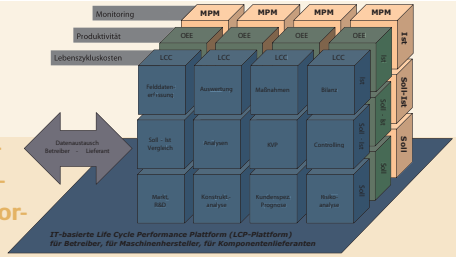
Der Würfel trennt sich von oben nach unten in drei zeitliche und vertragliche Betrachtungsweisen. So stellt die oberste Ebene die Betrachtung von Vergangenheitswerten (Felddaten) in den Vordergrund. Wie können diese interpretiert und konkrete Handlungen abgeleitet werden, z.B. zur Optimierung bestehender Anlagen? In der mittleren Ebene stehen konkrete Leistungsversprechen im Vordergrund. Wie kann ein gegebenes Soll an Life Cycle Performance, z. B. ein LCC-Vertrag, für eine bestimmte Maschine oder Anlage optimal erfüllt werden? In der untersten Ebene geht es um die Ermittlung von Aussagen zu künftigen Maschinen und Anlagen. Aufgrund der Erkenntnisse aus dem Feld, der Anforderungen aus dem Markt und des Wissens aus der Konstruktion werden Aussagen für Leistungsversprechen, z. B. neue Verträge, abgeleitet.



Einordnung in das LICMA Gesamtmodell

Die Optimierung von Kosten und Verfügbarkeit sind i.d.R. gegenläufige Zielstellungen. Bei näherer Auseinandersetzung mit dem Thema fällt zudem auf, dass die Betrachtung detaillierter technischer Prozesse, wie z. B. die Berechnung von Abnutzungen einer Maschine, ebenfalls methodisch anders behandelt wird. Daher trennt der Würfel die drei Aspekte der Lebenszykluskosten, der Produktivität und des Monitoring.

Alle Methoden werden in LICMA hinsichtlich ihrer technischen Umsetzung und IT-Unterstützung betrachtet. Dies bedeutet einerseits die Unterstützung der Methoden durch IT-Werkzeuge, wie z.B. durch die später näher erläuterte LCP-Plattform, und andererseits die Definition und Implementierung der Informationen und Protokolle zum effizienten Austausch der Daten zwischen den Prozessbeteiligten entlang der Lieferkette einer Maschine oder Anlage.



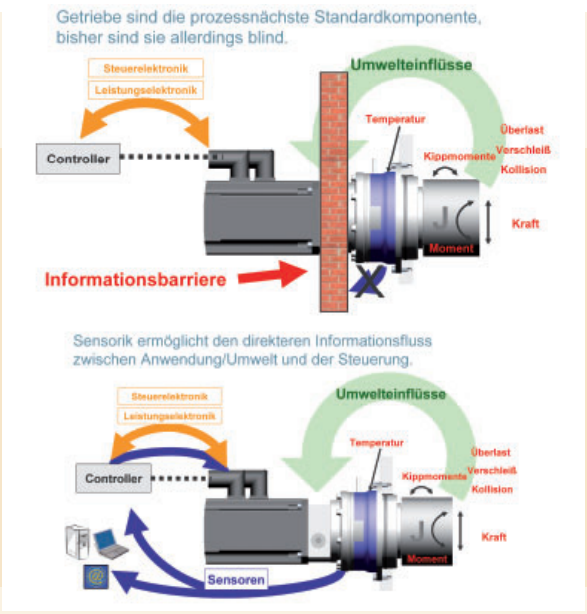
Life Cycle Performance mithilfe von Sensorgetrieben

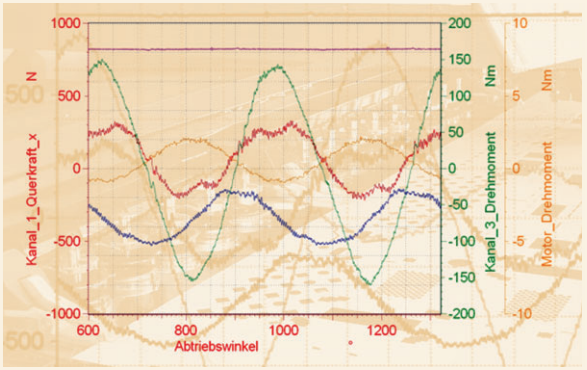
Ein häufiger Mangel bei der Prozessüberwachung von Antriebslösungen ist der eingeschränkte Informationsfluss über die mechanische Belastung der Antriebskomponenten. Die Antriebssysteme zählen zu den Schlüsselkomponenten einer Maschine oder Anlage. Das Getriebe wiederum stellt das Verbindungsglied dar, eine Art Wespentaille zwischen der eigentlichen Anwendung und dem Antrieb. Über das Getriebe laufen sämtliche mechanischen Belastungen, wie Querkräfte, Drehmomente, Drehzahl und Vibration, sowie thermische Belastungen, Verschleiß und Spiel. Könnte man also direkt am Getriebe als Schnittstelle des Antriebssystems die Produktionsbedingungen präzise und schnell erfassen, hätte man einen direkten Blick in den Gesamtprozess. Daher liegt es nahe, standardisierte Sensortechnik am Getriebe zu integrieren, um die Größen zu erfassen und eine umfassende Beurteilung durchzuführen. Das wurde im Projekt LICMA am Beispiel von Sensorgetrieben der Wittenstein AG durchgeführt.

Die hieraus gewonnenen Informationen können vielseitig genutzt werden. Sie können unter anderem bei der Betrachtung der Lebenszykluskosten zur Analyse der Abläufe (Mechanical Debugging) und zur Zustands- und Produktionsüberwachung beitragen.

Datenanalyse im Getriebe

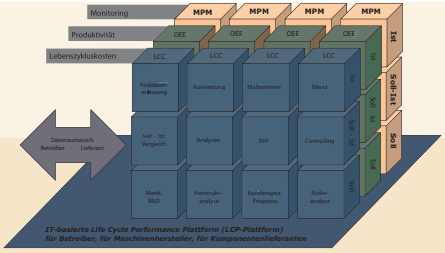
Antriebssysteme mit Sensorgetrieben helfen als so genannter „Mechanical Debugger“, die optimale Maschinenkonfiguration zu finden. Wie auch in der Softwareentwicklung, wo Analysesoftware (Debugger) eingesetzt wird, um interne Abläufe und Zustände zu analysieren, zu messen





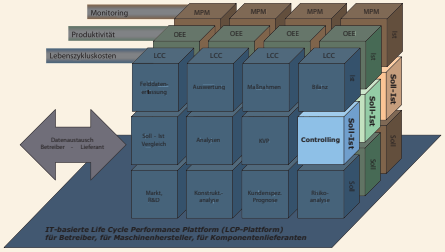
Typischer Belastungszyklus eines Sensorgetriebes zur Bestimmung der optimalen Auslegung

und zu bewerten, können mit einem Sensorgetriebe die mechanischen Abläufe und Belastungen einer Maschine erfasst und der reale Produktionsprozess bewertet werden. Die erfassten Daten können darüber hinaus anschließend für eine optimale Auslegung herangezogen werden. Das vermeidet Überdimensionierung und ermöglicht zuverlässige Auslegungen bei schwierigen mechanischen Verhältnissen. So wird die geforderte Lebensdauer der Komponente bei gleichzeitiger Optimierung der Kosten erreicht.



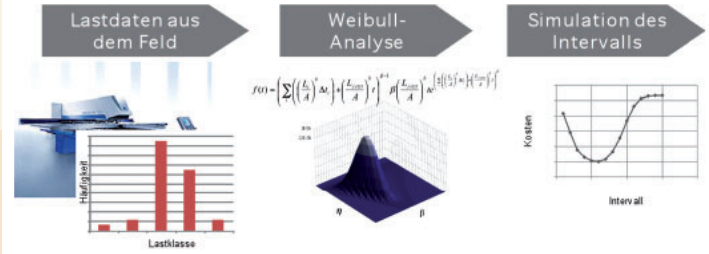
Zustands- und Produktions-überwachung

Die erfassten Signale können außerdem zur Zustandsüberwachung und/oder zur Produktionsprozessüberwachung eingesetzt werden, da nicht nur die Belastungen des Antriebssystems, sondern indirekt über das Sensorgetriebe die der gesamten Maschine überwacht werden. Je nach Ausführung und Leistungsfähigkeit können auch Onlinemessungen durchgeführt und gespeichert werden. Durch eine Klassifizierung der Signale wird ein Lastprofil über die gesamte Lebenszeit der Maschine erstellt. Mit dem Lastprofil wiederum ist es möglich, eine Restlebensdaueraussage über einzelne Komponenten zu treffen. Allerdings ist es für eine qualitative Aussage über die Restlebensdauer erforderlich, die für die Ausfallursachen relevanten Faktoren und deren physikalische Kennwerte zu bestimmen. Dafür sollten bereits gesammelte Felddaten vorliegen, die das angenommene Ausfallmodell stützen.

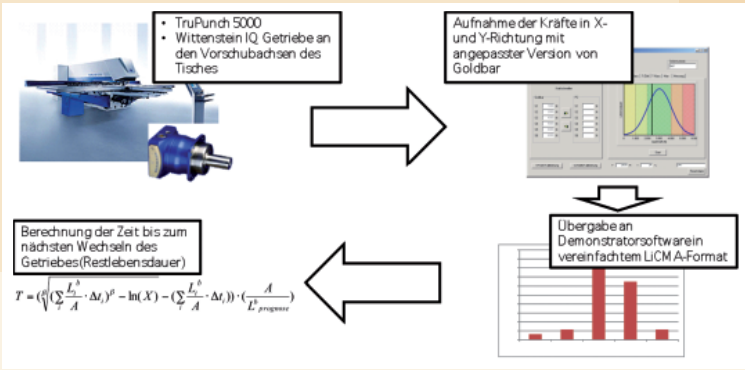


Dynamischer Instand-setzungsplan

Ein hoher Auslastungsgrad von Produktionsanlagen ist aufgrund weitgehender Automatisierung und dadurch bedingter starker Kapitalbindung sehr wichtig. Präventive Instandhaltung ist ein Weg, um Stillstandskosten wirksam zu senken. Dabei versucht man, dem Ausfall von Komponenten durch ihren rechtzeitigen Austausch in Produktionspausen zuvorzukommen. Die Lebensdauer mechanischer Komponenten ist sehr stark abhängig von der Betriebsbelastung. Die Belastungen sind bei produktionstechnischen Anlagen abhängig vom laufenden Prozess und damit unter Umständen stark schwankend.



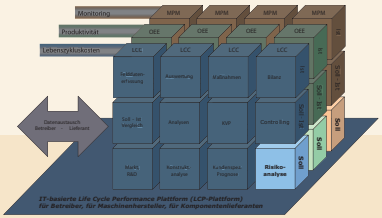
Bestimmen der Restlebensdauer mithilfe der lastabhängigen Zuverlässigkeitsprognose



Versuchsaufbau

Ziel ist es deshalb, eine Methodik zu entwickeln, die die günstigsten Wechselintervalle in Abhängigkeit von der Belastung plant. Die Wechselzeitpunkte sollen dabei komponentenspezifisch angepasst werden.

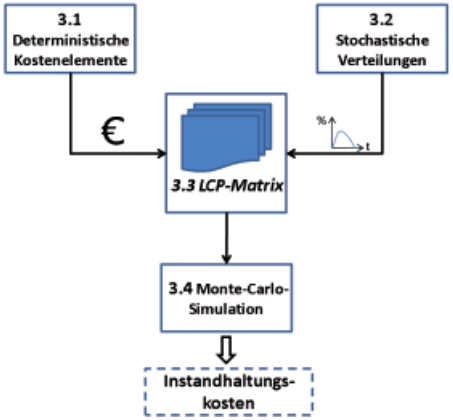
Mithilfe einer lastabhängigen Zuverlässigkeitsprognose wird die Restlebensdauer der Komponente berechnet. Basierend auf dieser Prognose und der Kostenstruktur des Betreibers wird mit einem mathematischen Optimierungsverfahren der kostenminimale Instandsetzungszeitpunkt bestimmt. Das Modell wurde in einer Trumpf-Stanzmaschine im produktionstechnischen Labor des wbk Instituts für Produktionstechnik der Universität Karlsruhe (TH) für zwei Wittenstein-Sensorgetriebe implementiert. Die Sensorgetriebe liefern Informationen über ihre Belastungen in einem im Projekt LiCMA entwickelten Format, für das das Modell ausgelegt wurde.



Service-konfigurator

Zur Sicherstellung eines wirtschaftlichen Produktionsprozesses ist es u.a. erforderlich, die Wartung und Instandhaltung der Maschinen zu optimieren. Von neuen Wartungskonzepten werden kürzere Reaktionszeiten bei Ausfällen sowie die schnelle Anpassung an technische Veränderungen und Umstellungen erwartet. Die Abbildung rechts zeigt, welchen Einfluss das Instandhaltungs- und Wartungspotenzial auf Effizienz, Wettbewerb und Kundenzufriedenheit hat. Allerdings gibt es Einflussfaktoren wie eine uneinheitliche Kundenstruktur und die unterschiedliche Höhe der zu erwartenden Einsparungen, die schwer vorhersagbar sind. Um dem Rechnung zu tragen, gibt es verschiedene wissenschaftliche Ansätze, die diese Faktoren berücksichtigen. Beispielsweise kann mithilfe mathematischer Modellierung die Ausfallrate technischer Systeme errechnet werden, die direkt mit den Wartungs- und Instandhaltungskosten verbunden ist.

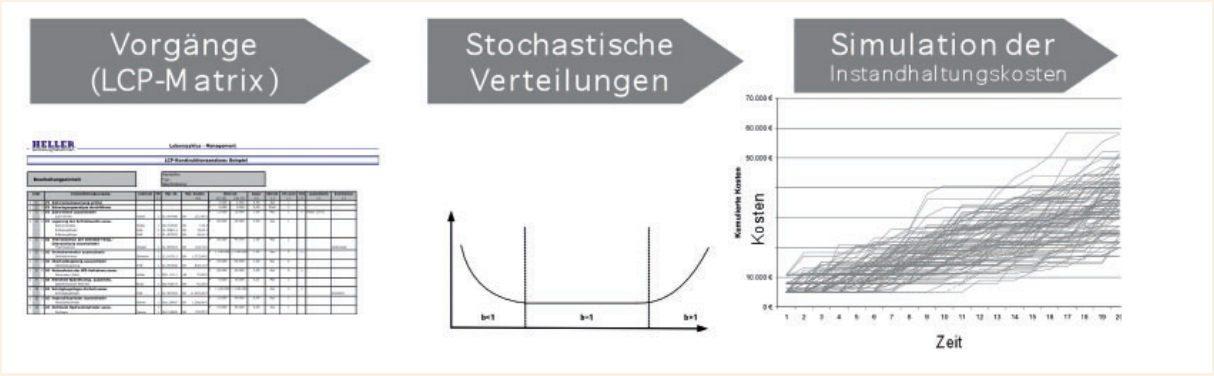
Mithilfe statistischer Verteilungen können instabile Umgebungsbedingungen dargestellt und Aussagen über



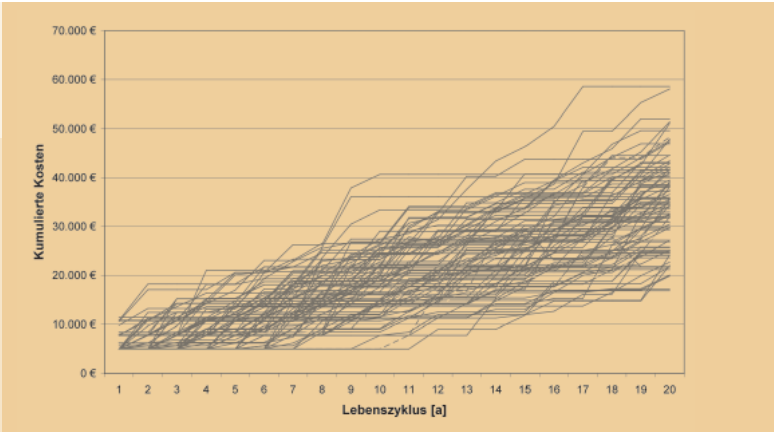
Schematischer Aufbau

die zukünftige Entwicklung getroffen werden. Derzeitige Bewertungsverfahren zur Kostenplanung lassen diese Unsicherheitsbetrachtung bei der Prognose außer Acht.

Mithilfe des im Projekt LICMA entwickelten Servicekonfigurators sollen zukünftig Kosten für Instandhaltungs- und Wartungsvorgänge für Standardmaschinen besser vorhersagbar werden. Dazu werden mithilfe von stochastischen Verteilungen Wartungs- und Instandhaltungsvorgänge in einer speziellen Tabelle, der so genannten LCP-Matrix, abgebildet. In einem ersten Schritt werden die deterministischen Kostenelemente des Lebenszyklus wie Instandsetzungs-, Wartungs- und Materialkosten berechnet.

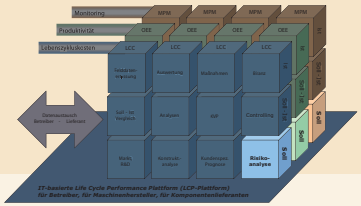


Ablauf zur Berechnung der Instandhaltungskosten: Die Liste der vom Hersteller zu erbringenden Instandhaltungsvorgänge, eine typische Verteilungsfunktion eines Vorgang, Darstellung aller simulierten Lebensläufe mit zugehörigen Instandhaltungskosten.



Monte-Carlo-Simulation der Lebenszykluskosten

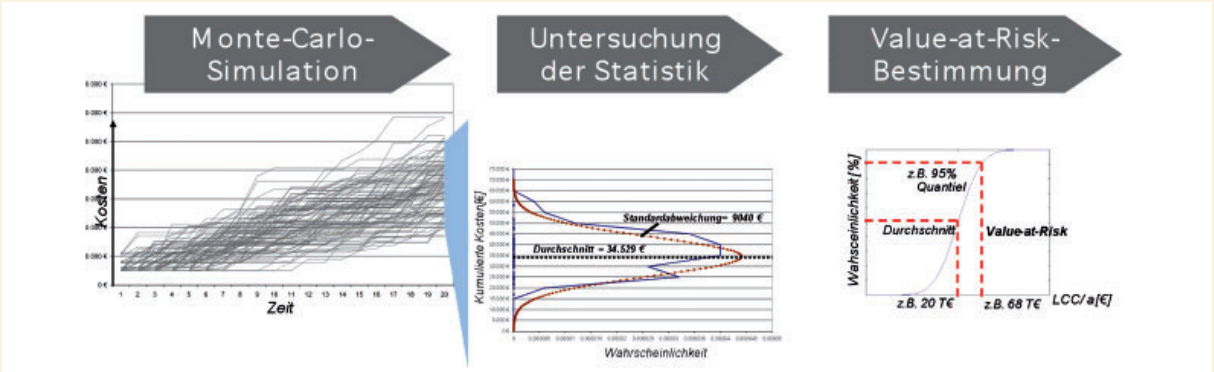
Im zweiten Schritt werden stochastische Verteilungen ermittelt, die bestimmte Instandhaltungs- und Wartungsumfänge repräsentieren. Über die Life Cycle Performance (LCP)-Matrix wird in Schritt 3 die Verbindung zwischen den deterministischen und stochastischen Blöcken hergestellt. Als Viertes berechnet die Monte-Carlo-Simulation die stochastischen und deterministischen Kostenelemente der Instandhaltungskosten.



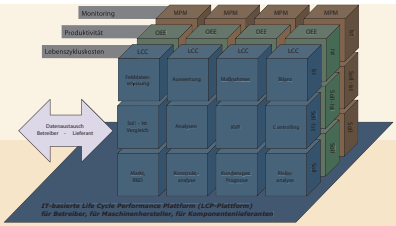
LCC-Risikosimulation

Die Käufer von Produktionsmaschinen orientieren sich bei ihren Investitionsentscheidungen in zunehmendem Maße an den Lebenszykluskosten der Anlagen. Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Betriebskosten gewinnen damit an Bedeutung. Es wurden wissenschaftliche Methoden zur Ermittlung und Prognose von Lebenszykluskosten bei bestimmten Betriebsbedingungen entwickelt. Für die prognostizierten Life Cycle Cost-Kennwerte wurde darüber hinaus eine Risikoabschätzung erarbeitet.

Ausfalldaten aus verschiedenen Quellen (Betreiberdaten, die über die Plattform an den Hersteller übertragen werden; Servicedaten des Herstellers; Garantiedaten) werden zusammengetragen. Lastdaten werden, sofern sie vorhanden sind, den Ausfällen zugeordnet. Mithilfe von stochastischen Verteilungen wird das lastabhängige Ausfallverhalten auf Komponentenebene analysiert und damit die Lebenszykluskosten der angebotenen Maschine für die relevanten Komponenten und Kostenblöcke simuliert. Die Lebenszykluskostenverteilung wird zu einem bestimmten Zeitpunkt mit der Normalverteilung analysiert, woraus sich der Value-at-Risk, das jeweils maximale Kostenrisiko, ergibt.



Ablauf zur Berechnung der Lebenszykluskostenverteilung: Darstellung der simulierten Lebensläufe mit den jeweiligen Instandhaltungskosten, Wahrscheinlichkeitsverteilung der kumulierten Lebenszykluskosten, Ableitung des Kostenrisikos bei einer gegebenen Wahrscheinlichkeit

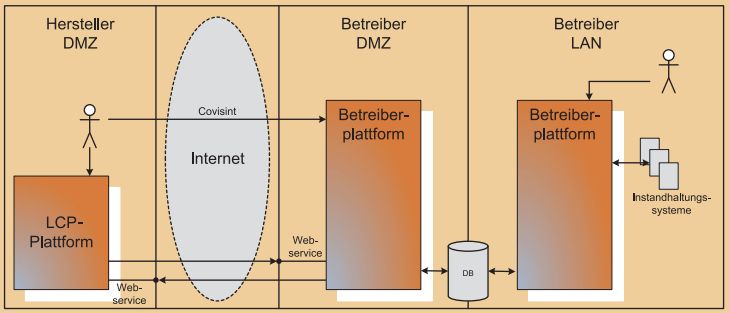


LCP-Datenaustausch

Eine besondere Herausforderung organisatorischer und technischer Art stellt der Datenaustausch zwischen den an der Lieferkette beteiligten Unternehmen dar. So wurde im Rahmen des Projekts ein Baustein entwickelt, der diesen Austausch auf Basis einer Maschine-Maschine-Kommunikation ermöglicht.

Das Projekt benutzt im Datenaustausch einen nachrichtenbasierten Ansatz, der keine direkte Online-Verbindung zwischen den beiden Systemen erfordert. Der direkte Online-Datenaustausch ist mit dem Stand der Technik realisierbar, stößt aber oft an die Grenzen der Daten- und Zugangssicherheit der Unternehmen. Das vorgeschlagene Protokoll kann ebenfalls sehr schnelle Abläufe unterstützen, erlaubt aber zudem eine mehrfach abgesicherte, teilweise mit manuellen Freigaben verbundene Kommunikation.

Das Protokoll basiert auf einem Polling-Ansatz, d.h. Informationen werden vom jeweiligen Unternehmen angefordert und beim anderen Unternehmen aufgrund dieser Anforderung aufbereitet. Dadurch wird kein Unternehmen mit unerwünschter Information überversorgt und andererseits muss keine Information aufbereitet werden, die möglicherweise nicht benötigt wird, wie dies oft bei einem regelmäßigen Berichtswesen der Fall ist. Die Datenaufbereitung geschieht für den Anfragenden als Langzeittransaktion und kann, muss aber nicht kurzfristig erfolgen. Das erlaubt dem angefragten Unternehmen, die Daten auch manuell aufzubereiten oder z. B. durch einen Freigabeprozess im Unternehmen zu leiten.



Schematische Darstellung der LICMA-Datenaustauschplattform

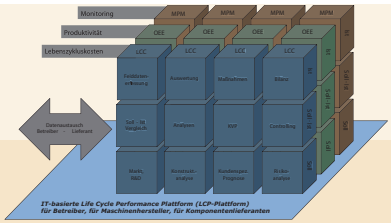
LCP-COM entkoppelt die Datenübertragung zur Erhöhung der Sicherheit über zwei unterschiedliche Technologien, den Austausch über Firewall- und zertifikatgeschützte Webservices und den Austausch über Datenbanken. Diese beiden Technologien erlauben eine den heute üblichen Sicherheitsanforderungen genügende Übertragung und die Entkopplung von Online-Verbindungen. In der schematischen Darstellung der LICMA-Plattform wird gezeigt, wie der Hersteller direkt mit dem Internet verbindet und auf Seiten des Betreibers über eine Datenbank die abgesicherte Zone vom LAN entkoppelt wird.

Der Grundgedanke des LICMA-Ansatzes ist der Austausch der Informationen auf bilateraler Basis. So werden die Informationen z.B. zwischen Betreiber und Hersteller ausgetauscht. Von einem zentralisierten Ansatz oder einem multilateralen Ansatz wurde Abstand genommen, da beide einen wesentlich höheren Koordinations- und Abstimmungsaufwand erfordern, wenn Protokoll und Inhalte bereits standardisiert sind.

Die ausgetauschten Informationen werden als so genannte Informationstypen bereitgestellt. Dabei hat LICMA eine Reihe von generellen Informationstypen als Basis definiert:

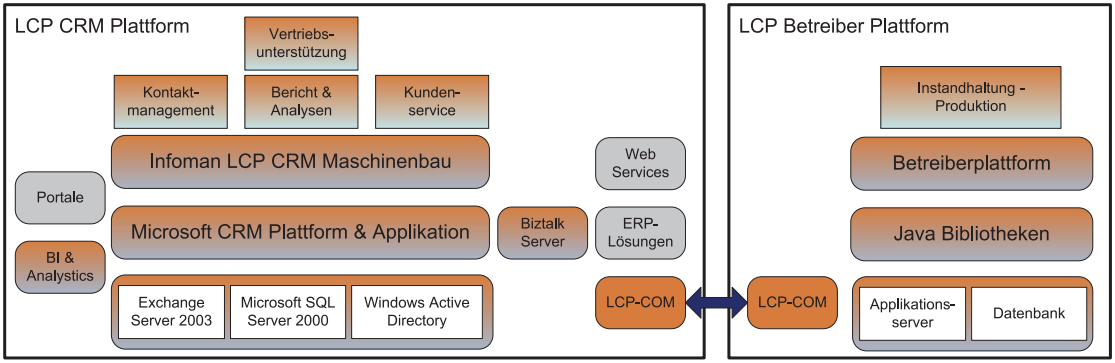
- „Maschinenliste“ zum Abgleich der Maschinenidentitäten (Seriennummer, Aufstellort etc.)
- „Maschineninformation“ zum Abgleich von Attributen einer Maschine (Ansprechpartner, Service, Bediener, Referenznummern, Struktur)
- „Sensordaten“ (Zeitpunkte, Werte, Lastprofil, mehrdimensionale Sensoren)
- „Betriebszustände“ (Zeitpunkte, Zustände, Zustandsprofile, Produktionszahlen)
- „Instandhaltungsvorgänge“ (Serviceeinsätze, Problem, Ursache, Lösung, Aufwand, Ersatzteile, Fehlerort, Vorgangsnummer).

LCP-Plattformen



Im Rahmen des Projekts wurde als Schwerpunkt eine Life Cycle Performance-CRM-Plattform implementiert, die vorrangig den Hersteller im Life Cycle Performance-Kontext unterstützt. Im laufenden Betrieb einer Anlage oder Maschine kann stets zwischen dem tatsächlichen Auftreten (Maschinentagebuch) und dem geplanten Verlauf verglichen und jeweils eine optimale Handlungsstrategie abgeleitet werden. Außerdem bildet die LCP-Plattform über die Maschine und die LCP-Matrix Prognosen für LCC- und TCO-Verträge und erlaubt so die Einschätzung von Chancen und Risiken beim Verkauf von Leistungsbündeln. Eine Kommunikationskomponente LCP-COM implementiert das im Projekt entwickelte Protokoll.

Zur Vervollständigung des Evaluationsszenarios wurde von dem Betreiber Daimler eine firmenspezifische Austauschplattform entwickelt, die auf der LCP-Kommunikationskomponente LCP-COM aufsetzt. Diese Plattform erlaubt dem Betreiber die Steuerung der Freigabe von Daten für den Hersteller. Über Filter kann genau festgelegt werden, wer welche Informationen von welchen Maschinen für welche Zeiträume abfragen kann. Diese Ansätze sind auch auf andere Unternehmen übertragbar.



Ansprechpartner

LICMA

www.licma.de

Konsortialpartner:

DAIMLER AG
Mathias Leinmüller
licma@daimler.com

Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH
Wolfgang Liebrich
Wolfgang.Liebrich@heller.biz

Infoman AG
Peter Wetzel
Peter.Wetzel@infoman.ag

TRUMPF GmbH + Co. KG
Robin Bösz
Robin.Boesz@de.trumpf.com

Wbk – Universität Karlsruhe
Jan Rühl
ruehl@wbk.uka.de

Wittenstein AG
Roland Koblinger
Roland.Koblinger@wittenstein.de

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie herausgegeben. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.