

# Hohe Verfügbarkeit durch internes oder externes Ersatzteilmanagement

Josef Kriegmair, MTU Aero Engines GmbH

## 1 Zusammenfassung

Eine hohe Maschinenverfügbarkeit kann durch drei Maßnahmen erreicht werden

- Bedarfsmanagement, das die Planungssicherheit für die Ersatzteile erhöht und somit eine bedarfsnahe Beschaffung der Ersatzteile ermöglicht
- Logistik und Lagermanagement, das einen unternehmensübergreifendes Ersatzteilmanagement – die notwendige Informationsinfrastruktur (Web-Tools) wird von Applikation Service Providern angeboten – implementiert und hierdurch die Ersatzteilfehlbestände senkt
- Beschaffungsmanagement, das die Prozesskosten reduziert, erzielt

Die Umsetzung dieser Maßnahmen erfordert eine Kooperation zwischen Betreibern, Dienstleistungsunternehmen und Maschinenherstellern.

## 2 Einleitung

Der vorliegende Artikel zeigt Möglichkeiten auf, eine hohe Verfügbarkeit der Anlagen durch internes als auch externes Ersatzteilmanagement zu erreichen. Als Ersatzteil oder Instandhaltungsmaterial wird alles verstanden, was nicht ins Produkt - bei der MTU Aero Engines GmbH in das Triebwerk – einfließt.

## 3 Herausforderung

Ein Ersatzteilmanagement – intern oder extern – hat sicherzustellen, dass die Maschinen dann zur Verfügung stehen, wenn sie von der Fertigung benötigt werden und dass dies mit einem Minimum an Kapital, Lagerraum und Beschaffungskosten erfolgt. Die unzureichende Planbarkeit des Ersatzteilbedarfs verursacht immer wieder Ersatzteilfehlbestände, weil das benötigte Teil in der benötigten Stückzahl und Qualität zur richtigen Zeit an der Maschine fehlt. Dieser Mangel führt zu einer reduzierten Maschinenverfügbarkeit. Ausfallkosten laufen auf, wenn kein Ausweichen auf andere Maschinen erfolgen kann oder wenn keine Terminverschiebung möglich ist. Logistikketten basierend auf Just-In-Time / Just-in-Sequence werden hierdurch empfindlich gestört.

## 4 Aktionsfelder

Aus der Herausforderung ergeben sich drei Aktionsfelder auf der Prozessebene:

- Verbessern der Bedarfsicherheit bei Ersatzteilen durch ein Bedarfsmanagement
- Erhöhen der Maschinenverfügbarkeit durch Optimierung der Logistik und Lagerstruktur für Ersatzteile
- Reduzieren der Kosten durch ein Beschaffungsmanagement

Die Infrastruktur ist auf die geänderten Prozesse anzupassen.

Diese Maßnahmen können sowohl von unternehmensinternen als auch unternehmensexternen Organisationseinheiten durchgeführt werden.

## 5 Wirkmechanismen

Das Bedarfsmanagement führt zu einer Erhöhung der Bedarfssicherheit. Hieraus ergeben sich geringere Ersatzteilfehlbestände. Ein größerer Anteil der Ersatzteile kann bedarfsnah beschafft werden. Die Maschinenverfügbarkeit steigt, die Kapitalbindung und die Lagerkosten fallen, weil weniger Teile auf Lager liegen. Ausfall- und Sonderkosten verringern sich.

Trotz der Verbesserung der Bedarfssicherheit werden noch Ersatzteile ungeplant benötigt werden. Eine leistungsfähige Logistik mit einer optimierten Lagerstruktur reduziert die Ersatzteilfehlbestände nochmals signifikant, wodurch die Maschinenverfügbarkeit steigt, die Ausfall- und Sonderkosten sinken.

Über ein Beschaffungsmanagement werden die Beschaffungskosten gesenkt, so dass bei gleichen Kosten mehr Ersatzteile auf Lager liegen können. Die Maschinenverfügbarkeit steigt hierdurch.

## 6 Bedarfsmanagement

Mit dem Bedarfsmanagement wird das Ziel verfolgt, ungeplante Ersatzteilbedarfe in geplante Ersatzteilbedarfe, denn diese können bedarfsnah beschafft werden, zu überführen. Redundanz, Online-Diagnose, Standardisierung, SOS (Saubereit, Ordnung, Sicherheit) sind die hierzu ergriffenen Maßnahmen.

### 6.1 Redundanz

Redundanz entkoppelt die Maschinenverfügbarkeit von der Ersatzteilverfügbarkeit, denn ein Ausfall eines Teils führt zu keinem Stillstand der Maschine. Das Ersatzteil kann somit bedarfsnah beschafft werden und teure Sonderaktionen entfallen. Ein Beispiel ist der Einsatz eines Raid-Systems mit hot-plug-Funktionalität bei Produktionsanlagen anstatt einer eingebauten Festplatte. Der Tausch der Platte erfordert wesentlich weniger Zeit und kann zeitversetzt zum Ausfall erfolgen, weil die Funktion der Anlage unberührt vom Ausfall einer Platte bleibt.

Anhand von folgenden Kriterien kann ermittelt werden, ob eine Redundanz Sinn macht:

$$\frac{\text{Ausfallkosten} \times \text{Ausfallwahrscheinlichkeit}}{\text{Zusatzinvestition aus Redundanz}}$$

Je größer der Wert ausfällt, desto mehr Sinn macht eine Redundanz.

$$\frac{\text{Investition ohne Redundanz}}{\text{Zusatzinvestition aus Redundanz}}$$

Bei einem hohen Wert bietet sich eine Redundanz in der Anlage an. Wenn der Wert gehen eins geht, dann macht es mehr Sinn, zwei Anlagen zu beschaffen und hierüber die Redundanz zu erreichen.

Eine Redundanz bietet sich an, wenn eine geringwertige Komponente zum Ausfall eines großen Systems bzw. zu hohen Ausfallkosten führt.

### 6.2 Online-Diagnose

Die Kenntnis des Anlagenzustandes ermöglicht eine pro-aktive Ersatzteilbeschaffung, wodurch Ersatzteilfehlbestände vermieden werden, was sich in einer Erhöhung der Maschinenverfügbarkeit, einer Reduzierung der Kapitalbindung und einer Senkung der Kosten niederschlägt.

Bei der Online-Diagnose werden automatisch relevante Parameter erfasst, die gegen hinterlegte Warn- und Grenzwerte geprüft werden. Diese Aktion führt in der Regel der Prozessrechner der

Maschine durch. Wenn die Messwerte die Warnschwelle überschreiten, erfolgt eine Meldung an den Bediener und an den Maschinenservice. Die Warnschwelle wird gemäß von Erfahrungswerten so gewählt, dass ausreichend Zeit für die Planung der notwendigen Aktion und für die Beschaffung des Ersatzteils zur Verfügung steht.

### **6.3 Standardisierung**

Die Reduzierung der Teilevielfalt überführt unregelmäßige in regelmäßige Bedarfe. Die hiermit mögliche bedarfsnahe Beschaffung mit Puffern schafft hohe Maschinenverfügbarkeit und eine Reduzierung der Kosten über Bündelungseffekte.

Die Standardisierung erfolgt bei der Beschaffung über Life Cycle Planning und über Mehrfachverwendung von Komponenten.

#### **6.3.1 Life Cycle Planning**

Ersatzteile stehen für jede Maschinen nur in einem endlichen Zeitraum zur Verfügung. Nach dem Ende der Ersatzteilverfügbarkeit stehen dem Betreiber der Anlage drei Optionen offen:

- Life Extension über rechtzeitigen Zukauf von Ersatzteilen oder den Aufkauf von ausgemusterten Maschinen.
- Modernisierung der Anlage, bei der Komponenten ohne Ersatzteilversorgung durch Komponenten mit Ersatzteilversorgung ersetzt werden.
- Ersatz der Maschine durch einen neuen Maschinentyp.

Alle drei Varianten zum Einsatz kommen bei der MTU Aero Engines GmbH zum Einsatz. Wann welche zum Einsatz kommt, hängt von der Situation ab.

- Bei der Beschaffung von neuen Maschinen wird, wenn immer möglich, ein Einstieg in den Maschinentyp im ersten Drittel des Lebenszyklus des Maschinentyps angestrebt. Hierdurch wird eine stabile Plattform erreicht. Weiterhin kann bei diesem Einstiegszeitpunkt Einfluss auf die Weiterentwicklung der Maschine genommen werden, was eine Nutzwertsteigerung während des Einsatzbereichs der Maschine ermöglicht.
- Eine Modernisierung erfolgt oft dann, wenn die Markteinführung eines neuen Maschinentyps noch zu weit in der Zukunft liegt.
- Die Option Life Extension wird verfolgt, wenn ein neuer Maschinentyp mit signifikanten Vorteilen kurz vor der Einführung steht oder wenn die Teile, die auf der Anlage produziert werden, sich im Auslaufstadium befinden.

#### **6.3.2 Mehrfachverwendung**

Viele Komponenten können in mehr als einen Maschinentyp eingebaut werden. Durch das Festlegen von Unternehmensstandards, die Bestandteil des Kaufvertrages werden, wird der Gleichteilanteil im eingesetzten Maschinenpark erhöht. Weniger unterschiedliche Ersatzteile werden öfters benötigt. Die Wirtschaftlichkeit der Lagerhaltung erhöht sich, die Wahrscheinlichkeit eines Fehlbestandes sinkt, was zu einer erhöhten Maschinenverfügbarkeit führt.

Die Unternehmensstandards werden nach Bedarf dem technischen Fortschritt angepasst.

### **6.4 Sauberkeit, Ordnung, Sicherheit (SOS)**

Wenn die Maschine vom Bedienpersonal regelmäßig gereinigt und überprüft wird, dann werden von diesem auch Abweichungen vom Sollzustand sicherer und früher erkannt. Es kann hierdurch

Maßnahmen vor dem Ausfall einer Maschine gezielt beauftragen. Die Maschinenverfügbarkeit erhöht sich, die Kosten und die Kapitalbindung sinken.

## 7 Logistik & Lagerinfrastruktur

Ungeplante Ersatzteilbedarfe werden trotz der Erhöhung der Bedarfssicherheit bestehen bleiben. Eine Logistik und Lagerstruktur hat die Ersatzteilfehlbestände, die Kapitalbindung und die Lagerkosten zu minimieren.

### 7.1 Lagermanagement

Eine Lagerstrategie nach folgenden Kriterien senkt die Ersatzteilfehlbestände, die Kapitalbindung und die Lagerkosten:

- Artikel mit geringem Wert liegen generell beim Betreiber der Maschine auf Lager, denn die Kapitalbindung ist gering im Vergleich zu den Ausfallkosten; über Vendor Managed Inventory lassen sich die Prozesskosten reduzieren
- Teile mit hoher Ausfallwahrscheinlichkeit und hohen Ausfallkosten liegen beim Betreiber der Maschine auf Lager
- Verschleißteile mit hohem Artikelpreis liegen beim Betreiber der Maschine auf einem Konsignationslager, wodurch sich die Kapitalbindung reduziert

Die Bestimmung, in welche Kategorie ein Ersatzteil fällt, erfolgt anhand einer Matrix mit den Dimensionen Ausfallwahrscheinlichkeit, Ausfallkosten und Artikelpreis.

### 7.2 Ersatzteilpool

Die Optimierung beim klassischen Ersatzteilmanagement erfolgt innerhalb des Unternehmens oder des Standortes des Unternehmens. Oft erfolgt nur eine Optimierung innerhalb eines Teilbereiches eines Standortes, weil viele dezentrale Lager vorliegen, die über verschiedene Systeme verwaltet werden. Die Daten zu den Ersatzteilen sind von System zu System oft inkonsistent.

Unternehmensinterne Ersatzteillager werden durch ein Informationssystem zu einem überbetrieblichen Ersatzteilpool verbunden. Auf diesem wird das Ersatzteilmanagement aufgesetzt. Zwei Mechanismen senken die Ersatzteilfehlbestände und die Kapitalbindung:

- Mit steigender Anzahl der Maschinen fällt die Investitionssumme pro Maschine in Ersatzteilbestände beim Betreiber bei gleicher Maschinenverfügbarkeit und die Lagerumschlagzahl erhöht sich, wodurch die Wirtschaftlichkeit der Lagerung steigt
- Ein Teil der vermiedenen Investitionen wird verwendet, um weitere Ersatzteile auf Lager zu legen, was die Wahrscheinlichkeit eines Ersatzteilfehlbestandes reduziert und somit die Maschinenverfügbarkeit erhöht

Die Einsparungshöhe wird maßgeblich bestimmt durch die unternehmensspezifischen Parameter Ausfallwahrscheinlichkeit und Ausfallkosten, die vom Produktionsprozess und von der Wiederbeschaffungszeit festgelegt werden. Bei der MTU-internen Poolbildung reduzierten sich die Ersatzteilbestände bis zu 50 Prozent. Bisher kam es aufgrund des reduzierten Bestands zu keinen Stillständen.

Die Poolbildung kann auch genutzt werden, um eine Optimierung der Lagerorte einzuleiten, so dass die Transportwege und Transportzeiten für die Ersatzteile minimiert werden. Es eröffnet sich auch die Möglichkeit, ein zentrales Lager von einem externen Provider für eine Region betreiben zu lassen, in dem Ersatzteile vom Betreiber der Anlagen und Ersatzteile von den Anlagenherstellern und deren Lieferanten vorliegen.

Die notwendigen informationstechnischen Systeme für einen Ersatzteilpool werden von Applikation Service Providern angeboten. Diese Systeme basieren auf Internettechnologien (Web-Tools) und benötigen - abgesehen von einem Internetanschluss - in der Regel keine Softwareinstallation auf den Rechnern der teilnehmenden Unternehmen.

## 8 Beschaffungsmanagement

Die Beschaffungskosten sinken, wenn

- Mehrfacharbeit entfällt
- Infrastrukturkosten fallen
- Bearbeitungszeiten reduziert werden

Wenn sie nun die Prozesskosten - Personalkosten plus Kosten für die Infrastruktur - mit den Wert der bestellten Ware bei einem klassischen Bestellvorgang vergleichen, dann kann es vorkommen, dass die Prozesskosten den Bestellwert deutlich überschreiten. Insbesondere bei so genannten C-Artikeln, die 80 Prozent der Bestellvorgänge und oft auch der Lieferanten aber nur 20 Prozent des Wertes ausmachen, tritt dieser Effekt verstärkt auf.

$$\text{Prozesstauglichkeit} = \frac{\text{Bestellsumme}}{\text{Prozesskosten für die Bestellung}}$$

- $>>1$ : Tauglicher Prozess für den Bestellvorgang
- $\leq 1$ : Untauglicher Prozess für den Bestellvorgang

Durch einen optimierten Bestellvorgang, der auf einer leistungsfähigen Infrastruktur (z. B. eProcurement-Plattform) basiert, fallen die Prozesskosten beim Betreiber wie beim Lieferanten signifikant. Die Anzahl der Fehler in den Bestellungen werden deutlich reduziert. Integrierte Lieferantenkataloge stellen alle notwendigen Daten für eine Beschaffung zur Verfügung.

Ersatzteilpools bieten oft auch eine integrierte Bestandsführung an. Wird diese genutzt, so lassen sich die Infrastrukturkosten senken, weil kein eigenes System aufgebaut und betrieben werden muss. Diese Kosten werden auf mehrere Unternehmen aufgeteilt, so dass diese in der Regel auch niedriger als für ein einzelnes Unternehmen sind.