

Vorbeugende Wartungsstrategie für Rechenzentren

Whitepaper 124

Version 1

by Thierry Bayle

> Zusammenfassung

In der sich ausweitenden Diskussion über Kosteneinsparungen und Energieeffizienz in Rechenzentren wird manchmal die Rolle der vorbeugenden Wartung (Preventive Maintenance, PM) der physikalischen Infrastruktur als wichtiges Werkzeug zur Steuerung der Gesamtbetriebskosten und Ausfallzeiten außer Acht gelassen. Die vorbeugende Wartung dient insbesondere dazu, das Auftreten von Fehlern zu verhindern. IT- und Anlagenmanager können die Verfügbarkeit der Systeme durch ein besseres Verständnis der Best Practices für die vorbeugende Wartung verbessern. Dieses Whitepaper beschreibt die verschiedenen Arten der vorbeugenden Wartung, die dazu beitragen können, die Verfügbarkeit von Rechenzentren sowie von IT-Geräteräumen aufrechtzuerhalten. Es werden verschiedene PM-Methoden und – Konzepte erläutert, und empfohlene Vorgehensweisen vorgeschlagen.

Inhalt

hier klicken, um zu dem Abschnitt zu gelangen

Einführung	2
Ergebnisse der vorbeugenden Wartung	3
Die Entwicklung der vorbeugenden Wartung	3
Der Entwicklungsfortschritt der PM	5
Gründe für den Ausfall von Komponenten der physikalischen Infrastruktur	7
Empfehlungen	8
PM-Optionen	13
Schlussfolgerung	15
Ressourcen	16

Einführung

Dieses Dokument befasst sich mit Best Practices für die vorbeugende Wartung (PM) der Stromversorgungs- und Kühlsysteme von Rechenzentren. Praktische PM-Methoden (z. B. der Austausch von Komponenten, Neukalibrierung) und nichtinvasive PM-Verfahren (z. B. Thermoscanning, Softwareüberwachung) werden dargestellt. Auch der Branchentrend hin zu ganzheitlicherer und weniger komponentenbasierter PM wird erläutert.

Der Begriff **vorbeugende Wartung** (auch als präventive Wartung bezeichnet) impliziert die systematische Inspektion und Erkennung von potenziellen Fehlern, bevor diese auftreten. Vorbeugende Wartung ist ein breit gefasster Begriff, der sich auf unterschiedliche Ansätze der Problemvermeidung und -vorbeugung bezieht, die von der Kritikalität der Serverräume und RZ abhängen. Beispielsweise ist die **zustandsbasierte Wartung** eine Art der vorbeugenden Wartung, bei der der Gerätezustand zeitbezogen eingeschätzt und geplant wird. Dabei werden mithilfe von Wahrscheinlichkeitsformeln Ausfallrisiken ermittelt.

Vorbeugende Wartung sollte nicht mit **ungeplanter Wartung** verwechselt werden, die eine Reaktion auf ein unerwartetes Problem oder einen Notfall ist. Am häufigsten umfasst die vorbeugende Wartung den Austausch von Teilen, das Thermoscanning von Verteilerkästen, die Anpassung von Komponenten bzw. Systemen, die Reinigung von Luft- oder Wasserfiltern, die Schmierung von Teilen oder die Aktualisierung von Firmware der physikalischen Infrastruktur.

Auf der grundlegenden Ebene kann PM als Strategie zur Verbesserung der Verfügbarkeit einer bestimmten Serverraumkomponente eingesetzt werden. Auf einer fortgeschritteneren Ebene kann PM als primärer Ansatz genutzt werden, um die Verfügbarkeit aller in den Serverräumen und RZ vorhandenen Geräte für die Stromversorgung (Generatoren, Netzumspannungsschalter, Transformatoren, Leistungsschalter und Schalter, PDUs, USV-Systeme) und für die Kühlung (Präzisionsklimaanlagen, Anlagen zur Abluftrückführung, Befeuchter, Kondensatoren, Wasserkühler) zu gewährleisten.



Abbildung 1

Überblick über die vorbeugende Wartung heute

Eine Strategie zur vorbeugenden Wartung der Stromversorgungs- und Kühlsysteme von Serverräumen und RZ stellt sicher, dass kalenderbasierte Instandhaltungsinspektionen eingerichtet und bei Bedarf Maßnahmen der zustandsbasierten Wartung in Betracht gezogen

werden. Die PM-Strategie sollte Schutz vor Ausfallrisiken bieten und dabei helfen, verschobene oder vergessene Inspektion und Wartung zu vermeiden. Anhand des Wartungsplans muss außerdem sichergestellt werden, dass entsprechend ausgebildete und qualifizierte Wartungsfachkräfte die Geräte der physikalischen Infrastruktur überwachen – indem sie beispielsweise nach Änderungen in Aussehen und Leistung der Geräte suchen oder auch nach Änderungen der von den Geräten ausgehenden Geräusche – und dass sie die erforderlichen Arbeiten durchführen.

Ergebnisse der vorbeugenden Wartung

Bei einem Vor-Ort-Besuch für vorbeugende Wartung kann eines der folgenden vier Ergebnisse erwartet werden:

- Ein potenzielles Problem wird ermittelt, und es werden unverzüglich Maßnahmen ergriffen, um einen zukünftigen Fehler zu verhindern. Dies ist das häufigste Ergebnis eines Vor-Ort-Besuchs für vorbeugende Wartung.
- Ein neues, akutes Problem wird festgestellt, und eine entsprechende Reparaturmaßnahme wird geplant. Ein solcher Vor-Ort-Besuch sollte genau dokumentiert werden, damit sowohl der Dienstleistungsanbieter als auch der RZ-Betreiber die aktuelle Störung mit vorbeugenden Wartungen in der Vergangenheit vergleichen und eine Trendanalyse durchführen kann.
- Bei dem Vor-Ort-Besuch wird kein Problem festgestellt, und bis zum nächsten PM-Termin treten keine Ausfallzeiten auf. Die Geräte sind vom Hersteller geprüft und für den Betrieb innerhalb der Betriebsrichtlinien zertifiziert.
- Ein Defekt wird ermittelt, und ein Versuch zur Behebung des Defekts führt zu einem unerwarteten Ausfall im PM-Zeitfenster oder kurz danach (d. h. ein neues Problem ist hinzugekommen).

Das Risiko eines negativen Ergebnisses erhöht sich drastisch, wenn eine unzureichend qualifizierte Person die Wartung durchführt. Methoden zur Verringerung von PM-bezogenen Ausfallrisiken werden an anderer Stelle in diesem Dokument erläutert.

Die Entwicklung der vorbeugenden Wartung

Die ersten Unternehmensmaßnahmen im Bereich Wartung

In den Serverräumen und RZ der 1960er Jahre wurden die dort vorhandenen Gerätekomponenten als allgemeine Systeme zur Unterstützung des Gebäudebetriebs betrachtet und unter diesem Aspekt instand gehalten. Damals waren Serverräume und RZ eine Nebensache gegenüber dem Kerngeschäft, und die meisten wichtigen Aufgaben der Geschäftsprozesse wurden von Mitarbeitern manuell erledigt. Auf der Seite der Serverräume- und RZ-Betreiber war die vorwiegende Einstellung: „Warum Geld für Wartung ausgeben?“ Die Hersteller dagegen waren vor allem an der Installation von Geräten interessiert und nicht an der Fehlerbehebung und Wartung.

Mit der Zeit wurde von Computern zunehmend eine Vielzahl wichtiger Geschäftsaufgaben übernommen. In dem Maße, in dem immer mehr Unternehmensdatenbestände in Serverräume und RZ verlagert wurden, bedeutete eine Gerätestörung und die damit verbundene Ausfallzeit eine ernste Bedrohung für das Wachstum und die Rentabilität eines Unternehmens. Die Hersteller von IT-Geräten für Serverräume und RZ begannen zu erkennen, dass ein aktives Wartungsprogramm dazu beitragen kann, den einwandfreien Betrieb ihrer Produkte zu erhalten.

Jährliche Wartungsverträge wurden eingeführt, und viele Betreiber von Serverräumen und RZ erkannten die Vorteile von erweiterten Servicestufen. Da sich Unternehmensdaten für die meisten Unternehmen zu einem geschäftskritischen Wert entwickelten, wurde die ordnungsgemäße Wartung der IT-Geräte eine Notwendigkeit, um die Verfügbarkeit der wichtigen Geschäftsanwendungen zu unterstützen. Das

PM-Konzept heute steht für die Entwicklung weg von einer reaktiven Wartungsmentalität (Fehlerbehebung nach einem Ausfall) hin zu einer proaktiven Einstellung (Inspektion, Suche nach Warnsignalen und Fehlerbehebung vor einem Ausfall), um eine Verfügbarkeit rund um die Uhr, 365 Tage im Jahr zu ermöglichen.

Die Auswirkung von Veränderungen der physikalischen Infrastrukturchitektur

Wie die Computerwartung hat auch die Wartung der Geräte (für Stromversorgung und Kühlung) der physikalischen Infrastruktur von Serverräumen und RZ im Laufe der Zeit eine Entwicklung durchlaufen. In den 1980er Jahren beispielsweise bestand die interne Architektur einer USV zu 100 Prozent aus separaten Komponenten, die unter dem Aspekt der Wartung oder Reparatur nicht mit anderen wichtigen Komponenten innerhalb des Geräts physisch integriert waren. Für diese USV-Systeme waren Routinewartungsmaßnahmen erforderlich, wie z. B. Anpassung, Drehmomenteinstellung und Reinigung, um die gewünschte Verfügbarkeit zu ermöglichen. Ein Wartungstechniker benötigte ungefähr 6 bis 8 Stunden pro Besuch und pro USV für die Inspektion und Einstellung der einzelnen internen Komponenten.

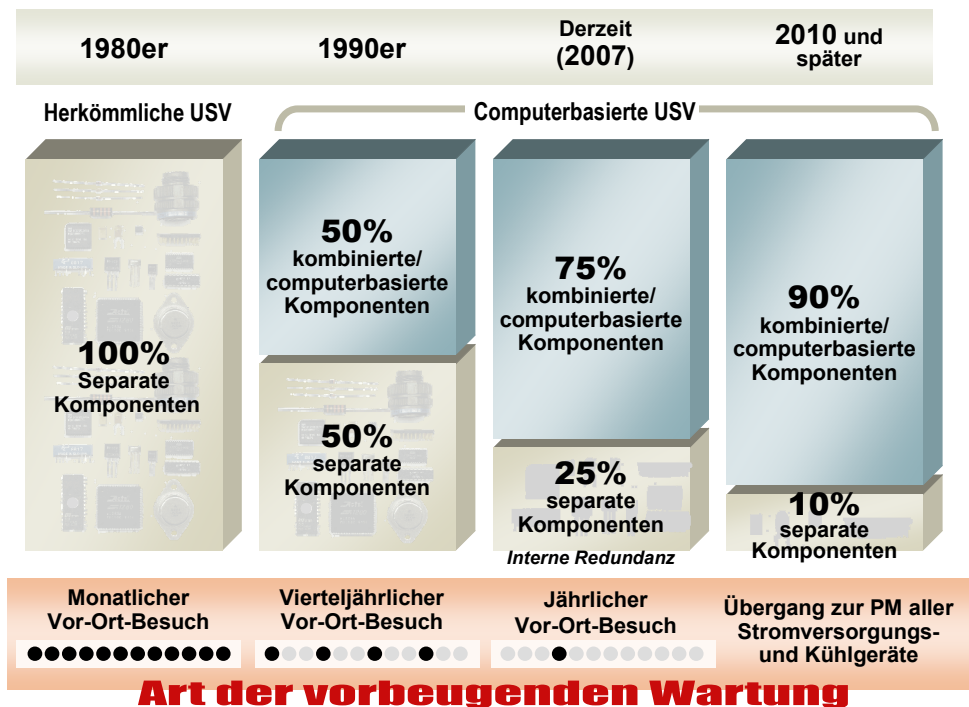


Abbildung 2

Veränderung des USV-Desi und damit verbundene PM-Maßnahmen

Mitte der 1990er Jahre begannen computerbasierte Komponenten innerhalb der USV, Operatoren in Form von Ausgabemeldungen über den internen Status zu informieren. Vor-Ort-Besuche zur vorbeugenden Wartung waren zwar immer noch auf vierteljährlicher Basis erforderlich, jedoch benötigte ein Wartungstechniker durchschnittlich nur noch fünf Stunden pro Besuch und pro USV. Gegenwärtig hat sich das Verhältnis der wartbaren Teile gegenüber den computerbasierten Komponenten noch weiter verlagert, und zwar auf 25 Prozent manuell wartbare Teile und 75 Prozent computerbasierte Teile (siehe **Abbildung 2**).

Heute sind für die meisten Serverraum- und RZ-Standorte pro Jahr ein oder zwei Vor-Ort-Besuche für vorbeugende Wartung erforderlich. Allerdings können mehr PM-Besuche notwendig sein, wenn die physikalische Infrastruktur einer aggressiven Umgebung ausgesetzt ist, wie beispielsweise extreme Wärme, Staub, Schadstoffe, Schwingungen). Die

Der Entwicklungsfortschritt der PM

Häufigkeit der Vor-Ort-Besuche hängt von der physikalischen Umgebung und den geschäftlichen Anforderungen des Serverraum- und RZ-Betreibers ab. Auch das Systemdesign der Komponenten kann sich auf die Häufigkeit von PM-Besuchen auswirken. Häufig basiert die Anzahl der Vor-Ort-Besuche auf Empfehlungen des Herstellers.

Die physikalische Infrastruktur heute ist viel zuverlässiger und wartungsfreundlicher als in der Vergangenheit. Hersteller wetteifern miteinander, möglichst fehlersichere Komponenten zu entwickeln. Beispiele für verbessertes Hardwaredesign sind:

- Klimatisierungsgeräte für Computerräume (CRACS) mit seitlichem oder vorderem Zugang zu internen Komponenten (zusätzlich zum herkömmlichen Zugang auf der Rückseite)
- Antriebe mit variabler Frequenz (VFDs) in Kühlgeräten zur Steuerung der Drehzahl von internen Lüftern für die Kühlung. VFDs machen die Instandhaltung von beweglichen Riemen überflüssig (die generell sehr wartungsintensiv sind)
- Wrap-Around-Bypass bei USV-Systemen zur Vermeidung von Ausfallzeiten während der vorbeugenden Wartung

Zusätzlich zu den Hardware-Verbesserungen haben auch Infrastrukturdesign und -architektur Entwicklungen durchlaufen, die die PM-Ziele der einfacheren Planung, geringeren Anzahl von Vor-Ort-Besuchen und der Erhöhung der Sicherheit unterstützen. Beispiele:

- Redundante Kühl- oder Stromversorgungskonzepte, die zeitgleiche Wartung ermöglichen – dabei ist die kritische IT-Last selbst während der Durchführung von Wartungsarbeiten geschützt
- Die korrekte Bemessung von Crimpverbindungen (zur Ermöglichung einer elektrischen und mechanischen Verbindung) kann die Notwendigkeit der erneuten Drehmomenteinstellung überflüssig machen, die bei zu starker Ausführung die Gefahr eines potenziellen Lichtbogenüberschlags erhöhen kann
- Die seit kurzem bestehende Aufmerksamkeit gegenüber den Gefahren eines Lichtbogenüberschlags beeinflusst jetzt das Systemdesign, um PM-Personal vor dem Risiko von elektrischen Verletzungen bei der Wartung zu schützen.

Softwaredesign als entscheidender Erfolgsfaktor

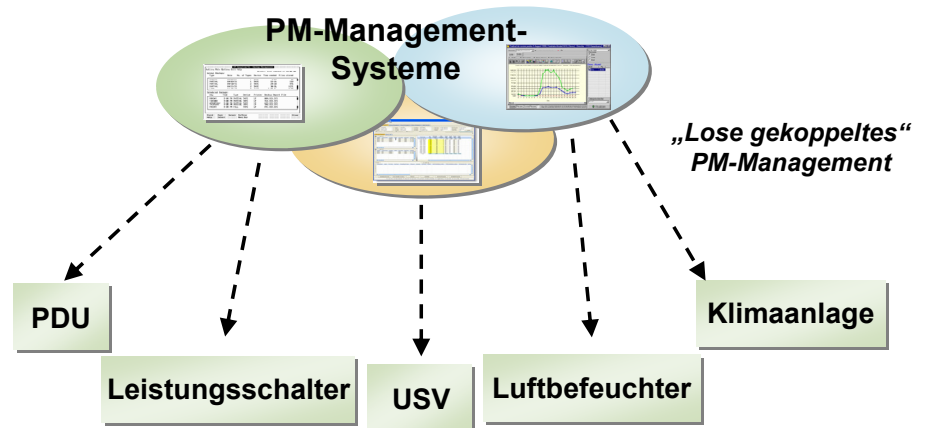
Das Design der Hardware der physikalischen Infrastruktur ist eine der Möglichkeiten, die Kosten und den Umfang der vorbeugenden Wartung zu reduzieren. Effizientes Design der Software für die Verwaltung der physikalischen Infrastruktur rückt zunehmend in den Vordergrund als der entscheidende Erfolgsfaktor zur Aufrechterhaltung hoher Verfügbarkeit. Erstklassige Serverräume und RZ nutzen Software für die Verwaltung der physikalischen Infrastruktur.

Durch Selbstdiagnose können Komponenten der Infrastruktur die Anzahl von Betriebsstunden angeben, Warnungen ausgeben, wenn Komponenten von der normalen Betriebstemperatur abweichen, und Hinweise ausgeben, wenn Sensoren abnorme Messwerte erfassen. Zwar müssen nach wie vor Fachkräfte für vorbeugende Wartung die vom Management-System für Wartungen ausgegebenen Mitteilungen weiterverarbeiten, der zukünftige Trend geht jedoch klar in Richtung selbstheilende Infrastruktursysteme.

Mehrere Management-Systeme, jedes für einen bzw. mehrere Komponententypen.
Wenig oder keine Kommunikation zwischen Management-Systemen

Abbildung 3

Herkömmlicher Ansatz: Komponentenbasiertes PM-Management



Zukunftsorientierte Betreiber streben eine ganzheitliche PM-Strategie für alle Stromversorgungsgeräte in Serverräumen und RZ an. Zwar spielt der herkömmliche PM-Support für bestehenden Geräte nach wie vor eine große Rolle, eine Strategie für die Wartung zukünftiger Geräte sollte jedoch ein PM-Konzept einbeziehen, das Serverräume und RZ als integriertes Ganzes betrachtet und nicht als eine Ansammlung einzelner Komponenten (siehe **Abbildung 3** und **Abbildung 4**).

Eine weitere Analyse verdeutlicht die Entwicklung von der komponentenbasierten PM hin zur PM des gesamten Stromversorgungsweges oder des Kühlkreislaufs für die Kühlung. Betrachten wir als Beispiel die USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung) als Komponente der physikalischen Infrastruktur. Wenn ein Problem mit der Stromversorgung auftritt, liegt dies nicht immer an der USV. Das Problem kann auch an einem Leistungsschalter, einem Schalter oder einem fehlerhaften Stromkreislauf liegen. Ein Überwachungssystem, das alle diese kritischen Komponenten erfasst und Daten an eine Person meldet, die den integrierten Stromversorgungsweg versteht und die Systemmeldungen richtig interpretieren kann, ist von großem Nutzen.

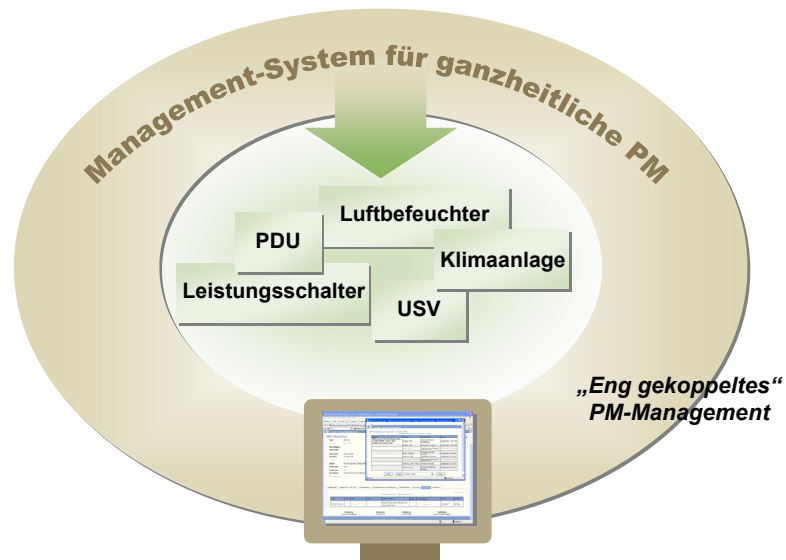
Schritte hin zur „ganzheitlichen“ PM

Zur Optimierung einer effizienten PM sollte die interne Organisationsstruktur des Serverräume- und RZ-Betreibers außerdem so ausgerichtet sein, dass sie die robuste Durchführung von ganzheitlichen, integrierten PM-Maßnahmen unterstützt. IT- und Anlagengruppen sind traditionell nicht für eine enge Zusammenarbeit abgestimmt. Die IT-Abteilung sah ihre Aufgabe bisher im Support der IT-Systeme in Serverräumen und RZ, während die Anlagenabteilung sich auf die Überwachung der Installation und Wartung der Komponenten der physikalischen Infrastruktur konzentrierte. Da diese Systeme in Serverräumen und RZ jetzt eng miteinander verbunden sind, sollte ein anderer organisatorischer Ansatz anvisiert werden, der eine enge Zusammenarbeit der wichtigsten Mitglieder der beiden Teams vorsieht.

Ein Management-System, das alle Komponenten als ein System behandelt

Abbildung 4

Strategischer Ansatz: Integriertes, ganzheitliches PM-Management



Gründe für den Ausfall von Komponenten der physikalischen Infrastruktur

Ältere USV-Systeme, die in den 1980er und 1990er Jahren installiert wurden, müssen in regelmäßigen Abständen manuell angepasst werden, um Spannungsabweichungen und Bedingungen außerhalb des Toleranzbereichs zu verhindern. So erforderten beispielsweise USV-Kontrollkarten, dass die Kalibrierung von Potentiometern durch einen Techniker mit einem Oszilloskop manuell vorgenommen wurde, und zwar auf vierteljährlicher Basis. Heute wird diese Aufgabe von einem Onboard-Mikroprozessor durchgeführt. Eine in regelmäßigen Abständen durchgeführte Neukalibrierung minimiert die Möglichkeit eines Ausfalls der USV.

Modernere USV-Systeme werden durch DSP-Elemente gesteuert. Diese weisen keine „Schwankungen“ auf und erfordern auch keine Neukalibrierung, solange keine größeren Komponenten ausgetauscht werden. Abgesehen von außerhalb des Toleranzbereichs liegenden Bedingungen haben auch Oberschwingungen und Spannungsspitzen einen negativen Einfluss auf die Komponenten der physikalischen Infrastruktur.

Temperaturschwankungen sind eine weitere häufige Ursache für den Ausfall elektronischer Komponenten. Elektronikgeräte sind für bestimmte Temperaturbereiche ausgelegt. Wenn die Temperatur innerhalb des Sollbereichs des Geräts bleibt, kommt es nur selten zu Ausfällen. Wenn jedoch immer wieder Temperaturen außerhalb des unterstützten Bereichs auftreten, erhöhen sich die Ausfallraten signifikant. Untersuchungen zufolge, die in den USA vom LANL (Los Alamos National Laboratory) im Bereich Hochleistungscomputing durchgeführt wurden, verdoppelt sich die Ausfallrate bei jedem Anstieg der Temperatur um 10 °C (siehe **Abbildung 5**).

Nach Empfehlungen von ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers), TC 9.9, liegt der Betriebstemperaturbereich für IT-Geräte zwischen 20 bis 25 °C). Ein ordnungsgemäßer Luftstrom kann dazu beitragen, gleichmäßige und sichere Temperaturen aufrecht zu erhalten und Umgebungsbedingungen zu unterstützen, die eine längere Lebensdauer der Komponenten fördern und den zeitlichen Abstand zwischen Ausfällen verlängern. Extrem große Ströme sind eine weitere Ursache für Beschädigungen von internen Komponenten. Mechanische Systeme erfordern außerdem eine Inspektion zur

¹ Los Alamos National Laboratory: „The Importance of Being Low Power in High Performance Computing“, Feng, W., August 2005

Feststellung von normalem und abnormalem Verschleiß der Lager sowie einen regelmäßigen Öl- und Schmiermittelwechsel.

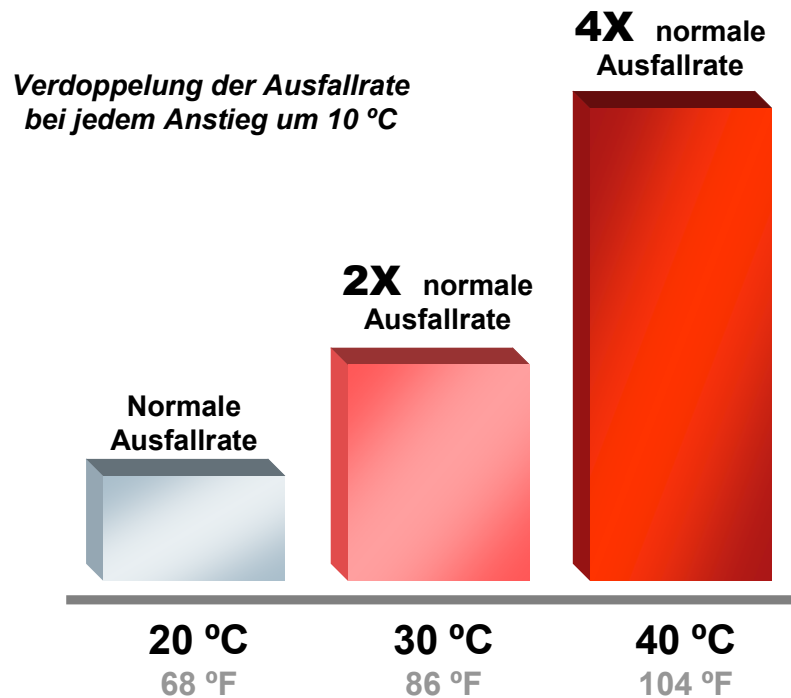


Abbildung 5

Untersuchung zum Zusammenhang zwischen Temperatur und Komponentenausfall, LANL (Los Alamos National Laboratory), USA

Empfehlungen

Vor-Ort-Besuche durch qualifizierte Wartungskräfte dienen der Gewährleistung, dass die Geräte der physikalischen Infrastruktur in der Lage sind, die Systemverfügbarkeitsziele des Serverraum- und RZ-Betreibers zu unterstützen. Experten für die physikalische Infrastruktur, die über RZ-Erfahrung verfügen, können den Alterungsprozess verschiedener interner Komponenten ermitteln und feststellen, welchen Einfluss eine Komponente auf die gesamte Zuverlässigkeit des Systems hat.

Der PM-Experte sollte die Serverraum- und RZ-Umgebung (Leistungsschalter, Installationsverfahren, Verkabelungsmethoden, mechanische Anschlüsse, Lasttypen) kontrollieren und den Betreiber auf potenziellen Komponentenverschleiß und Faktoren hinweisen, die sich negativ auf die Systemverfügbarkeit auswirken können (z. B. menschliche Fehler beim Umgang mit Geräten, über dem Normalwert liegende Temperaturen, hohe Säurespiegel, Korrosion und Schwankungen in der Stromversorgung von Servern).

Ein PM-Termin sollte auch die Evaluierung von Faktoren der Außenumgebung umfassen, die ebenfalls die Leistung beeinträchtigen können (siehe Tabelle 1). Die Gründlichkeit und Länge eines PM-Termins hängt von der Kritikalitätsstufe des Serverraums und RZ ab (siehe APC White Paper 122, *Richtlinien zur Spezifikation der Kritikalitäts-/Tier-Stufe von Serverräumen und RZ*) und sollte in einem Aktionsplan festgelegt werden.

 Ressourcen
APC Whitepaper 122
Richtlinien zur Spezifikation der Kritikalitäts-/Tier-Stufe von Serverräumen und RZ

Tabelle 1

Beispiel für eine PM-Umgebungs-Checkliste

Interne Umgebung	Außenumgebung
<p>Praktisch</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aussehen von Leiterplatten • Aussehen von Unteraggregaten • Aussehen von Kabelbäumen • Anschlüsse • Filter • Wicklungen • Batterien • Kondensatoren • Isolierung • Belüftung <p>Nichtinvasiv</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeines Aussehen • Thermoscanning-Ergebnisse • Fehlerprognoseberichte • Innentemperatur-Messwerte 	<ul style="list-style-type: none"> • Sauberkeit • Temperaturstufen • Säurespiegel • Korrosion • Abbruchhäufigkeit • Abtropfwasser • Staubgehalt im Bereich • Hotspots • Belüftungshindernis • Erschwerter Zugang • Offene Fenster und Türen • Bauarbeiten in der Nähe • Funkverwendung • Dachtiefe • Charakteristische Gerätegeräusche • Geräteanschlüsse an Erdungskabel

Thermoscanning und Fehlerprognose

Bei einem PM-Termin wird Thermoscanning von Racks und Sicherungsautomatenpanels empfohlen. Abnorme Temperaturmesswerte können eine sofortige Intervention erforderlich machen. Infrarotmessungen können über einen Zeitraum hinweg verglichen werden, um Trends und potenzielle Probleme zu ermitteln. Auf diese Weise kann beispielsweise ein elektrischer Anschluss wieder befestigt werden, und zwar auf der Grundlage wissenschaftlicher Daten und nicht lediglich aufgrund einer Vermutung.

Thermoscanning kann auch für Hauptverteiler, Transformatoren, Sicherungsautomaten, USV-Systeme, Verteilungsbedienfelder, Stromverteilungseinheiten und Sicherungsautomaten von Klimaanlage angewendet werden.

Auch die numerische Strömungsmechanik (Computational Fluid Dynamics, CFD) kann verwendet werden, um die Temperatur- und Luftstrommuster in Serverräumen und RZ zu analysieren und den Effekt des Ausfalls von Kühlgeräten zu bestimmen.

Bei Anwendung der Fehlerprognose werden Kondensatoren beispielsweise nur ausgetauscht, wenn dies von der kontinuierlichen Onboard-Diagnose empfohlen wird. Dies steht in starkem Gegensatz zu dem herkömmlichen Ansatz, bei dem Komponenten nach einem bestimmten Zeitraum ausgetauscht wurden. Mithilfe der Fehlerprognose können unnötige invasive Eingriffe vermieden werden, die mit dem Risiko menschlicher Fehler und dadurch verursachten Ausfallzeiten verbunden sind.

Tabelle 2 zeigt das Beispiel einer Liste von Geräten der physikalischen Infrastruktur, für die PM erforderlich ist. Diese Systeme stehen in Interaktion zueinander und müssen als ein System gewartet werden.

Tabelle 2

Geräte, für die Serverräume- und RZ-PM erforderlich ist (Liste nicht vollständig)

Gerät	Interne Elemente mit PM-Bedarf	Umfassende Wartung erforderlich
Transformator	Fester Sitz, Anschlussdrehmoment	Niedrig
PDU	Fester Sitz, Anschlussdrehmoment	Niedrig
Luft- und Wasserverteilungssysteme in Serverräumen und RZ	Interne Dichten, Ventile, Sitze und Dichtungen von Leitungen	Niedrig
Reihenklimaanlage	Filter, Spule, Firmware, Leitungsanschlüsse, Lüftermotoren	Mittel
USV der neuen Generation	Lüfter, Kondensatoren, Batterien	Mittel
Doppelboden	Physikalische Bodenfliesen, Fliesenposition, Entfernung von Zink-Kristallen	Hoch
Herkömmliche USV	Lüfter, Kondensatoren, elektronische Platinen, Batterien	Hoch
Herkömmliche Klimaanlage	Riemen, Luftfilter, Leitungsanschlüsse, Kompressor, Lüftermotoren, Pumpen, Spulen	Hoch
Luftbefeuchter	Ablauf, Filter, Stecker, Wasserprozessor	Hoch
Netzspannungsumschalter	Schalterkomponenten, Firmware, Drehmoment	Hoch
Externe Batterien (Nasszellen und VRLA)	Drehmoment, Anschlüsse, Elektrolyt-/Säurespiegel, Temperaturstufen	Hoch
Brandmeldeanlage	Ventile, Durchflussschalter	Hoch
Kühlaggregate	Öldruckwerte, Gaswerte, Temperatureinstellungen	Hoch
Generator	Treibstofffilter, Ölfilter, Schläuche, Riemen, Kühlmittel, Druckausgleichsöffnung Kurbelgehäuse, Lüfternabe, Wasserpumpe, Anschlussdrehmoment, Lager Wechselstrommaschine, Leistungsschutzschalter	Hoch

Vorgehensweisen bei der Planung

Die herkömmlichen Vorgehensweisen bei der Planung von Wartungsmaßnahmen datieren aus der Zeit, in der die Systemverfügbarkeit noch nicht das vorrangige Anliegen der Betreiber von Serverräumen und RZ war. Nachtstunden, Wochenenden und durch Feiertage verlängerte Wochenenden wurden als normale Planungszeiten betrachtet. Dies ist auch heute noch der Fall. Mit dem Aufkommen der globalen Wirtschaft und der Forderung nach einer

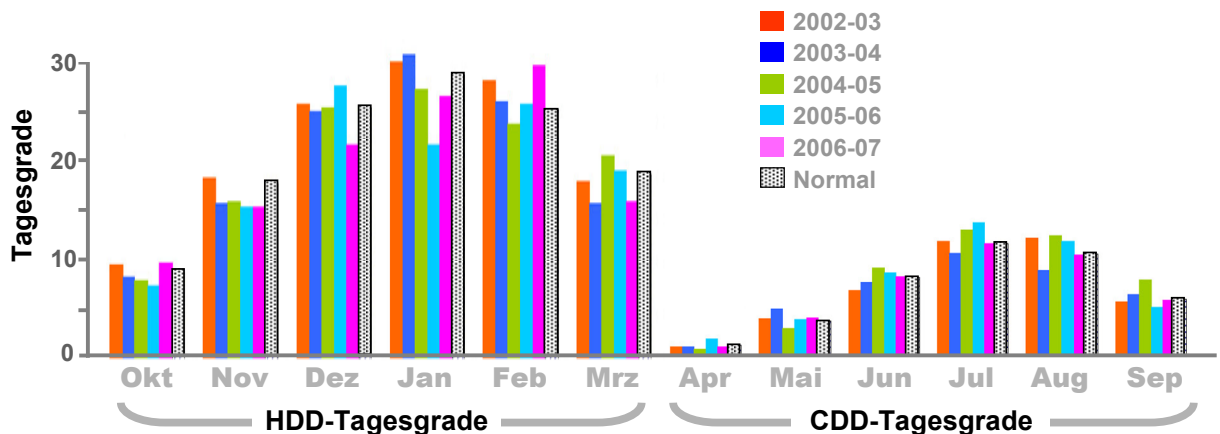
Verfügbarkeit rund um die Uhr, sieben Tage die Woche, 365 Tage im Jahr, hat sich jedoch das Paradigma der Wartungsplanung verlagert.

In vielen Fällen sind die Gründe dafür weggefallen, PM-Maßnahmen nur nachts oder an Wochenenden zu planen. Tatsächlich kann ein herkömmlicher Planungsansatz erhebliche zusätzliche Kosten sowie zusätzliche Risiken für den PM-Ablauf bedeuten. Allein unter dem Aspekt der Lohnkosten ist eine außerhalb der normalen Arbeitszeiten durchgeführte Wartung kostspieliger. Und was noch wichtiger ist: Service- und Support-Mitarbeiter können ermüden oder sind weniger aufmerksam, wenn sie Überstunden leisten oder zu ungewöhnlichen Zeiten arbeiten müssen. Dadurch erhöht sich die Möglichkeit von Fehlern oder in einigen Fällen sogar die Verletzungsgefahr für Personen.

Ein PM-Anbieter bzw. -Partner kann zur Wertschöpfung beitragen, indem er den Serverräume- und RZ-Betreiber bei der ordnungsgemäßen Planung von PM-Fenstern unterstützt. Beim Bau neuer Serverräume und RZ kann der PM-Anbieter bzw. -Partner den Betreiber darüber informieren, wie die Anordnung im Grundriss erfolgen sollte, um einfachere, weniger störende PM-Maßnahmen zu ermöglichen. Darüber hinaus liefern die von Behörden wie der NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) gesammelten Informationen Klima-Trend-Daten, die Serverräume- und RZ-Betreiber zur Planung optimaler Wartungsfenster nutzen können (siehe **Abbildung 6**).

Abbildung 6

Forschungsdaten (HDD- und CDD-Tagesgrade) zur Unterstützung bei der Planung von PM-Terminen



Quelle: National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service
http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/cdus/degree_days/
 Short-Term Energy Outlook, Juni 2007



Hinweis: Ein Tagesgrad vergleicht die Außentemperatur mit der Standardtemperatur von 65 °F (18,3 °C). Je höher die Temperatur, desto höher der Tagesgrad-Wert. **Warme Tage** werden in **CDD-Tagesgraden** gemessen (CDD, Cooling Degree-Days). An einem Tag mit einer mittleren Temperatur von 80 °F werden beispielsweise 15 CDD-Tagesgrade aufgezeichnet (80 – 65 Basis = 15 CDD). **Kühle Tage** werden in **HDD-Tagesgraden** gemessen (HDD, Heating Degree-Days). Für einen Tag mit einer mittleren Temperatur von 40° F, werden 25 **HDD-Tagesgrade** aufgezeichnet (65 Basis – 40 = 25 HDD). Durch das Studium der Tagesgradmuster in Ihrer Gegend können Sie Anstieg oder Rückgang der Außentemperatur auf jährlicher Basis erkennen und Trends feststellen.

Koordinierung der PM

Extrem warme und kalte Außentemperaturen sowie Schlechtwetterperioden mit Stürmen können erhebliche Risiken darstellen. Selbst wenn Klimadaten darauf hinweisen, dass die Monate April und September optimale Zeiträume für die Durchführung einer PM sind, müssen

trotzdem noch Vor- und Nachteile berücksichtigt werden. Ist beispielsweise während einem der vorgeschlagenen PM-Fenster ein Bauvorhaben in der Nähe geplant? Falls ja, könnte die größere Wahrscheinlichkeit, dass aufgrund von Bauunfällen, wie versehentlich von Baumaschinen durchtrennte Strom- oder Wasserleitungen, ein wichtiger Faktor sein, der berücksichtigt werden muss. Würde kühleres Wetter einen kostenlosen Beitrag zur Kühlung der Serverräume und RZ bedeuten, wenn es zu einem Ausfall des Kühlsystems kommt? Auch wenn der September auf der Grundlage der Außentemperaturdaten der optimale Monat für die Durchführung einer PM zu sein scheint, stellt sich dennoch die Frage, ob es klug ist, die PM während des letzten Monats eines Quartals zu planen, in dem die Finanzsysteme mit voller Kapazität arbeiten.

Ein Ansatz besteht darin, verschiedene Termine für die PM zu planen. Alle wichtigen Mitarbeiter gleichzeitig einzubeziehen, könnte ein Risiko darstellen, indem dadurch Verfügbarkeit und Support beeinträchtigt werden, die sowohl Anwender im Unternehmen als auch Kunden erwarten. Wenn die Verfügbarkeit von Mitarbeitern ein Problem ist, wird durch einen mehrphasigen PM-Zeitplan die PM-Verantwortung gleichmäßiger verteilt und die anvisierten Wartungsziele können erreicht werden.

Wenn die Verfügbarkeit von Mitarbeitern kein Problem ist, besteht ein anderer Ansatz darin, die PM an einem einzigen Tag oder einer Folge von Tagen und nicht in unterschiedlichen Zeiträumen durchzuführen. Anstatt mehrere Vor-Ort-Besuche mit mehreren Unternehmen zu vereinbaren, empfiehlt sich die Wahl eines Partners, der die PM der zentralen Infrastruktur anbietet, plant und durchführt. Diese „lösungsorientierte“ PM (im Gegensatz zur herkömmlichen komponentenorientierten PM) durch einen qualifizierten Partner kann Zeit und Kosten sparen und verbessert die Gesamtleistung von Serverräumen und RZ. Die vorrangige Priorität ist die Planung der PM mit einem qualifizierten Dienstleistungsanbieter, bei minimaler Unterbrechung des Serverraum- und RZ-Betriebs und maximalen Wiederherstellungsoptionen.

PM-Leistungsbeschreibung

Der PM-Ablauf sollte dem PM-Anbieter und dem Serverräume- und RZ-Betreiber genau bekannt sein. Der PM-Anbieter sollte für den Betreiber eine detaillierte PM-Leistungsbeschreibung ausarbeiten, in der der Umfang der PM genau beschrieben wird. Hier einige der Elemente, die in der Leistungsbeschreibung enthalten sein sollten:

- **Entsendebestimmungen** – Die meisten Hersteller empfehlen einen PM-Termin ein Jahr nach Installation und Inbetriebnahme der Geräte, obwohl bestimmte hochbeanspruchte Komponenten (wie z. B. Befeuchter) eine frühere Analyse und ständige Überwachung erfordern können. Geeignete Protokolle sollten befolgt werden, um den problemlosen Zugang zu den Geräten am Serverraum- und RZ-Standort sicherzustellen. Auch die betrieblichen Rahmenbedingungen sollten berücksichtigt werden. Es sollte ein Plan ausgearbeitet werden, damit die Geräte für optimale Leistung eingestellt werden können.
- **Bestimmungen für den Austausch von Teilen** – Die Leistungsbeschreibung sollte Empfehlungen enthalten, welche Teile „präventiv“ ausgetauscht oder aktualisiert werden müssen. Punkte wie die Verfügbarkeit von Lagerbeständen, die Lieferung geprüfter und zertifizierte Teile, die Notfallplanung bei defekten Teilen sowie die Entfernung und Entsorgung alter Teile sollten alle in der Leistungsbeschreibung angeführt werden.
- **Dokumentation** – Die Leistungsbeschreibung sollte einen PM-Ergebnisbericht angeben, in dem die bei dem PM-Termin durchgeführten Schritte dokumentiert werden. Der Ergebnisbericht sollte automatisch auch vom Anbieter gelesen werden, um technische Folgemaßnahmen zu ermöglichen.

PM-Optionen

PM-Wartungsservices können entweder direkt beim Hersteller oder bei Drittanbietern von Wartungsleistungen gekauft werden. Die Wahl eines Wartungsunternehmens, das in der Lage ist, das PM-Ziel für Serverräume und RZ zu unterstützen, ist eine wichtige Entscheidung. Solche Unternehmen können weltweit vertreten sein, oder sie können regionalen bzw. lokalen Support anbieten. Tabelle 3 vergleicht zwei Kategorien von Mainstream-PM-Anbietern.

Tabelle 3

*Bewältigung von Serviceherausforderungen:
Hersteller oder nicht autorisierter Drittanbieter*

	Hersteller / Autorisierter Drittanbieter	Nicht autorisierter Drittanbieter
Ersatzteile	Für Serverräume- und RZ-Betreiber lokal verfügbares Ersatzteillager In ISO-zertifiziertem Werk hergestellte und geprüfte Teile Teile neuester Version/kompatibel mit gewartetem Produkt Original-Werksteile werden zum Austausch verwendet	Ersatzteile können auf dem Altteilemarkt beschafft oder von einem Gebrauchtteilenanbieter bezogen werden Ersatzteile werden möglicherweise lokal von unzureichend qualifizierten Technikern repariert Ersatzteile werden möglicherweise über eine zwischengeschaltete Drittpartei vom Hersteller bezogen, was zu Verzögerungen führen kann
Produktwissen	Auf bestimmte Produkte spezialisierter Service Erfahrung auf Grundlage der Arbeiten an einer großen Zahl von Installationen	Service-Mitarbeiter sind eher „Generalisten“ und müssen eine Vielzahl von Produkten verschiedener Hersteller warten Verfügen möglicherweise nicht über Kenntnis oder Zugang zu wichtigen Aktualisierungen
Lokaler Support	Kann vier Stunden Reaktionszeit anbieten	Lokale Unternehmen können eine Reaktionszeit von 2 Stunden anbieten Können Örtlichkeiten abdecken, die der Hersteller nicht abdecken kann
Kenntnis der Serverräume- und RZ-Umgebung	Über einzelne Komponenten hinaus ist der Hersteller häufig über Probleme der Stromversorgung und Kühlung informiert, die den gesamten Serverräume- und RZ-Betrieb beeinträchtigen können	Kenntnisse über Serverräume und RZ, die über die Reparatur einzelner Komponenten hinausgehen, sind möglicherweise begrenzt
Schulung	Service-Mitarbeiter sind werkseitig geschult und zertifiziert, um nationalen Sicherheitsstandards zu entsprechen Für Mitarbeiter werden regelmäßig Evaluierungen und Schulungen durchgeführt	Mitarbeiter sind evtl. nicht werkseitig geschult. Falls Mitarbeiter über werkseitige Schulung verfügen, wurde diese evtl. länger nicht mehr aktualisiert
Kosten	In der Regel kostspieliger, jedoch geringerer Zeitaufwand für Diagnose und Problemlösung	In der Regel kostengünstiger als Hersteller
Produktaktualisierungen	Service hat Zugang zu allen Versionen der Produkthardware und -firmware	Zugang zu Produktaktualisierungen und Firmwareversionen ist möglicherweise begrenzt
Dokumentation	Service-Dokumentation der neuesten Version, umfasst Service-Aktualisierungsinformationen Übergabe technischer Berichte und Dokumentation an den Serverräume- und RZ-Betreiber nach Abschluss der PM	Service-Mitarbeiter haben keinen Zugang zu aktualisierter Service-Dokumentation
Werkzeuge	Service verfügt über alle erforderlichen Tools, Prüfgeräte und -Software und beachtet die Vorschriften zur Kalibrierung nach ISO	Hat möglicherweise keinen genau so schnellen Zugang zu den neuesten Tools

PM durch Hersteller

Hersteller bieten Wartungsverträge an, die Hotlines, Support und garantierte Reaktionszeiten umfassen. Hersteller warten außerdem Tausende von Geräten, die weltweit verstreut sind, und können zigtausende Stunden praktischer Erfahrung vor Ort nutzen, um ihre Wartungspraktiken zu verbessern und das Fachwissen ihrer Mitarbeiter zu erweitern. Die von den werkseitig geschulten Außendiensttechnikern gesammelten Daten werden zur Analyse der Ursachen von Ausfällen an die F&E-Abteilungen weitergeleitet.

Die F&E-Teams der Hersteller analysieren die Daten und integrieren die notwendigen Hardware- und Softwareverbesserungen in Produktaktualisierungen, die dann die Basis für die nächste PM bilden. Dieser globale Ansatz ermöglicht es auch den Service-Mitarbeitern am Herstellerstandort, ihre Kenntnisse im Hinblick auf Probleme der integrierten Stromversorgung und Kühlung zu vertiefen, Kenntnisse, die sie bei der Fehlerbehebung und bei der Fehlerprognose anwenden können.

PM durch einen nicht autorisierten Drittanbieter

Die meisten Drittanbieter von Wartungsleistungen sind Unternehmen auf lokaler oder regionaler Ebene. Daher ist ihr Arbeitsbereich in der Regel weniger groß. Ihre Lernkurve kann dadurch im Hinblick auf Technologieänderungen möglicherweise länger sein. Da sie kaum über direkte Verbindungen zu Herstellern und Fertigungsstandorten verfügen, können die meisten nicht autorisierten Drittanbieter für Wartungsleistungen keinen abgestuften Support anbieten. Viele Probleme, mit denen sie sich konfrontiert sehen, sind „neu“, weil sie nicht über den Vorteil verfügen, die umfassenden PM-Daten zur kontinuierlichen Verbesserung nutzen zu können, die in Herstellerinstallationen weltweit erfasst wurden.

Wartung durch den Anwender

Die Entscheidung von Serverräume- und RZ-Betreibern, die Geräte der physikalischen Infrastruktur selbst zu warten, hängt von einer Reihe von Faktoren ab:

- Architektur/Komplexität der Geräte
- Kritikalitätsstufe der zugehörigen Anwendungen
- Geschäftsmodell des Serverräume und RZ-Betreibers

Einige Hersteller unterstützen die Anwender-Wartung, indem sie Komponenten der physikalischen Infrastruktur entwickeln, die nur einen geringen Wartungsaufwand erfordern (z. B. eine USV mit modularen Batterieblöcken, die vom Anwender ausgetauscht werden können). Zu den Faktoren, die für die Anwender-Wartung sprechen, zählt u. a. Möglichkeit, Wartungsleistungen durch einen internen anstatt durch einen externen Etat zu bezahlen, sowie die Möglichkeit, dass entsprechend geschulte Serverräume- und RZ-Mitarbeiter potenzielle Fehler ohne großen Zeitaufwand diagnostizieren können.

Zu den Faktoren, die gegen die Anwender-Wartung sprechen, zählen u. a. die begrenzten Erfahrungen von internen Mitarbeitern (keine Kernkompetenz des Betreibers) und der Wissensschwund im Laufe der Zeit durch Mitarbeiterfluktuation. Der verzögerungsfreie Bezug von Teilen aus einer externen Quelle und die schnelle Behebung eines Problems können ebenfalls schwierig sein, wenn kein Wartungsvertrag vorhanden ist. Ohne gut strukturierte Organisation der Anwender-Wartung sind die erwarteten Effizienzsteigerungen und finanziellen Vorteile nicht zu realisieren.

Zustandsbasierte Wartung

Durch Einschätzung und Planung des Gerätezustands in Abhängigkeit von der Zeit können die reparaturanfälligsten Einheiten leichter bestimmt werden. Dabei werden auch die Einheiten ermittelt, für die aufgrund ihrer Beanspruchung eine größere Ausfallwahrscheinlichkeit besteht (z. B. eine USV, die wegen geringer Netzstromqualität häufig auf Batteriestrom umschaltet). Bei der zustandsbasierten Wartung wird außerdem auf der Grundlage von Statistiken und Daten ermittelt, welche Gerätekomponenten am wahrscheinlichsten in einem akzeptablen Zustand bleiben, ohne dass eine Wartung erforderlich ist. Wartungsmaßnahmen können daher gezielt dort durchgeführt werden, wo sie am sinnvollsten sind und am wenigsten Schaden anrichten.

Eine nützliche zustandsbasierte Wartung zur Einschätzung des Gerätezustands umfasst folgende Punkte:

- Alter
- Betriebshistorie
- Historie der Umgebungsbedingungen (Temperatur, Spannung, Laufzeit, abnormale Ereignisse)
- Betriebsmerkmale (Schwingungen, Geräusche, Temperatur)

Schlussfolgerung

Vorbeugende Wartung (PM) ist von zentraler Bedeutung für voll funktionsfähige Serverräume und RZ. Wartungsverträge sollten eine Klausel für PM-Maßnahmen enthalten, damit Serverräume- und RZ-Betreiber sicher sein können, dass im Bedarfsfall umfassender Support verfügbar ist. Der derzeitige PM-Umfang muss erweitert werden und einen so genannten ganzheitlichen Ansatz einbeziehen. Der zusätzliche Nutzen, den PM-Leistungen für gängige Komponenten (wie z. B. USV-Systeme) bereits heute bringen, sollte auf alle in Serverräumen und RZ vorhandenen Geräte für die Stromversorgung (Generatoren, Netzumspannungsschalter, Transformatoren, Leistungsschalter, Schalter, PDUs, USV-Systeme) und für die Kühlung (Klimaanlagen, Anlagen zur Abluftrückführung, Befeuchter, Kondensatoren, Wasserkühler) ausgedehnt werden.

Der PM-Anbieter, der derzeit über die stärkste Position verfügt, um einen solchen Support bieten zu können, ist der globale Hersteller von Geräten der physikalischen Infrastruktur von Serverräumen und RZ. Bei einem integrierten PM-Konzept steht dem Serverräume- und RZ-Betreiber ein zentraler Partner zur Verfügung, der für Planung, Ausführung, Dokumentation, Risikomanagement und Folgemaßnahmen zuständig und verantwortlich ist. Dies vereinfacht den Ablauf, hilft Kosten einsparen und erhöht die generelle Systemverfügbarkeit.



Über den Autor:

Thierry Bayle ist Vizopräsident von Service Operations des Unternehmensbereichs Service & Projekte bei APC-MGE. Er verfügt über einen Post-Graduate-Abschluss in Elektronik und Automatisierungstechnik der Universität Paul Sabatier in Toulouse, Frankreich. Außerdem verfügt er über siebenjährige Erfahrung bei Schneider Electric in den Bereichen Service- und Stromverteilungsumgebungen.



Ressourcen



Richtlinien zur Spezifikation der Kritikalitäts-/Tier-Stufe von Serverräumen und RZ

APC Whitepaper 122



Alle APC Whitepaper anzeigen

whitepapers.apc.com



Alle APC TradeOff Tools anzeigen

tools.apc.com



Kontaktieren Sie APC

Feedback und Kommentare zum Inhalt dieses Whitepapers

Data Center Science Center, APC by Schneider Electric
DCSC@Schneider-Electric.com

Wenn Sie Kunde sind und spezielle Fragen zu Ihrem oder einem Rechenzentrumsprojekt haben

Kontakt mit Ihrem APC by Schneider Electric Ansprechpartner aufnehmen