

Essenzielle Stromversorgungs- anforderungen für Datenzentren der nächsten Generation

Weißbuch Nr. 4

APC[®]
Legendary Reliability[®]

Zusammenfassung

Effektive erfolgskritische Installationen müssen sich mit den bekannten Problemen und Herausforderungen aktueller und vergangener Datenzentrum-Designs befassen. Dieses White Paper stellt eine kategorisierte und priorisierte Sammlung von Stromversorgungsproblemen und -anforderungen vor, die in systematischen Benutzer-Interviews zusammengestellt wurde.

Einführung

Trotz revolutionärer Veränderungen in der IT Technologie und Produkten über die letzten Jahrzehnte hinweg, hat sich der Aufbau der Stromversorgungs-Infrastruktur in entscheidenden Installationen wie Datenzentren und Netzwerkräumen seit 1965 nur sehr geringfügig verändert. Obwohl IT-Geräte schon immer mit Strom liefen, hat die Art, mit der IT-Systeme heutzutage eingesetzt werden, neue Stromversorgungsprobleme erzeugt, die während der Entwicklung der Stromversorgungsprinzipien für moderne Datenzentren vor nahezu 30 Jahren nicht vorauszusehen waren¹.

Dieses White Paper – eine systematische Identifizierung und Klassifizierung von Benutzerproblemen – bietet einen Einblick in die Art und die Eigenschaften von Stromversorgungssystemen in missionskritischen Installationen der **nächsten Generation**.

Umfrage

Es wurde eine Umfrage beim Managementpersonal bzgl. missionskritischer Installationen durchgeführt. Dabei wurden Corporate CIOs, Facility Manager und IT-Manager befragt. Es nahmen über 150 Personen von mehr als 90 unterschiedlichen Unternehmen an dieser Umfrage teil. Dazu gehörten Unternehmen aus der Liste der Fortune 1000, Angestellte der Regierung und aus dem Bildungsbereich sowie Dienstleistungsanbieter. Ca. 50 % der befragten Kunden kamen aus Nordamerika, 20 % aus Europa und 30 % aus Japan, dem pazifischen Raum, Australien und Asien (JPAA).

Diese einjährige Umfrage nutzte die Technik „Voice of the Customer“ (Stimme des Kunden), die auf Datensammlung verbaler und/oder schriftlicher Antworten auf Open-End-Fragen basiert. Dies führt zu extrem unstrukturierten Antworten, welche wiederum den Vorteil bieten, nicht durch vorgefasste Meinungen innerhalb der gestellten Fragen eingeengt oder beschränkt zu werden. Während dieser Umfrage wurden einige Fragen erweitert und/oder verändert, um doppeldeutige Antworten zu klären.

Ergebnisse: Stromversorgungsherausforderungen bei missionskritischen Installationen

Die Umfrageantworten wurden nach gemeinsamen Konzepten gruppiert, und es wurde für jede Gruppe eine Lösungsanforderung für das Problem des missionskritischen Installationsdesigns abgeleitet. Dieses Verfahren identifizierte 22 Hauptproblemgebiete. Diese Hauptprobleme wurden anschließend nach Thema in die folgenden fünf Hauptthemenbereiche kategorisiert:

- Kosten auf Lebensdauer
- Anpassungsfähigkeit / Skalierbarkeit
- Verfügbarkeit
- Kontrollierbarkeit
- Wartung / Wartbarkeit

Für jeden Themenbereich werden die Aufgabe, das zugrunde liegende Problem und die Stromversorgungsanforderungen in tabellarischer Form dargestellt. Die Probleme mit der höchsten Priorität sind unter jedem Thema zuerst aufgeführt. Die Priorität wurde durch die Häufigkeit der Erwähnungen seitens der Befragten sowie deren Prioritätsfestlegung bestimmt.

| Kosten auf Lebensdauer – Aufgaben | | |
|--|---|---|
| Aufgabe | Zugrunde liegende Probleme | Stromversorgungsanforderungen |
| Optimierung der Kapitalanlage sowie des verfügbaren Platzes | Systemanforderungen sind nur schwer vorzusagen und Systeme sind häufig überdimensional. | Modularsysteme, die mit den Anforderungen wachsen. |
| Erhöhung der Einsatzgeschwindigkeit | Die Planung und das einzigartige Engineering nehmen 6 bis 12 Monate in Anspruch, was zu lang ist, wenn man dies mit dem Planungshorizont des Unternehmens vergleicht. | Vorgefertigte Lösungen, die den größten Teil der Planung/Konstruktion überflüssig machen und/oder vereinfachen. |
| Senkung der Servicevertragskosten | Serviceverträge für ungenutzte bzw. nicht ausgenutzte Ausrüstung sind eine Verschwendung. | Korrekt dimensionierte Systeme, die rasch auf wechselnde Ansprüche skaliert werden können, würden sowohl eine Überdimensionierung als auch verschwenderische Serviceverträge für unzureichend genutzte Geräte reduzieren. |
| Erholung von einem Fehlstart- bzw. Projekten mit niedriger Kapitalrendite | Es ist sehr schwierig, ein laufendes Projekt zu verkleinern oder zu verlegen. Veränderungen im Geschäftsbetrieb erfordern jedoch häufig solche Modifizierungen. | Moduläre und transportable Stromversorgungsinfrastrukturen, die man nach Bedarf in andere Anlagen verlegen kann. |
| Berechnung des Stroms | Es ist zwar wünschenswert, jedoch zur Zeit sehr unpraktisch, Benutzern deren tatsächlichen Stromverbrauch in Rechnung zu stellen. | Stromverbrauch messen. |

Die Umfrage ergab, dass die Lebensdauer-Kostenfrage die wichtigste Anforderung darstellte, insbesondere für Befragte aus dem obersten Management.

Die Umfrage deckte ein Muster von Überdimensionierung und ungenügender Nutzung von Datenzentren und Netzwerkräumen in allen Geschäftsbereichen auf. Dieses wichtige Problem wird im APC White Paper Nr. 37 weiter untersucht: „Vermeiden von Kosten, die durch Überdimensionierung von Datenzentren und die Infrastruktur der Netzwerkräume entstehen“.

| Anpassungsfähigkeit/Skalierbarkeit – Aufgaben | | |
|---|---|---|
| Aufgabe | Augrunde liegende Probleme | Stromversorgungsanforderungen |
| Reduzierung des für kundenspezifische Installationen erforderlichen, aufwändigen Engineering | Dieses Engineering ist zeitaufwändig, teuer und ein Hauptfaktor bei daraus folgenden Qualitätsproblemen und erschwert die Erweiterung oder Modifizierung der Installation zu einem späteren Zeitpunkt. | Vorgefertigte Lösungen, die den größten Teil der Planung/Konstruktion überflüssig machen und/oder vereinfachen. |
| Einplanung einer steigenden und unvorhersehbaren Stromversorgungsdichte | Hochrechnungen der Industrie bzgl. Stromversorgungsdichte-Anforderungen zeigen eine große Ungewissheit, jedoch müssen neue Datenzentren den Anforderungen mindestens 10 Jahre genügen. | Ein Systemdesign, das leicht auf die Stromversorgung hochdichter Stromracks angepasst oder nachgerüstet werden kann. Dieses kann zur Zeit nur auf einzelne Fälle zutreffen, wird aber zukünftig weit verbreitet sein. |
| Anpassung an kontinuierlich verändernde Anforderungen | An jedem Rack kann es jederzeit zu unterschiedlichen Strom-, Spannungs-, Stromanschluss- sowie Gleichstromanforderungen kommen. | Eine Rack-Strominfrastruktur, die raschen und werkzeuglosen Wechsel zu anderen Spannungen, Stromkapazitäten, Stromanschlüssen und Gleichstromversorgung erlaubt. |
| Verwaltung der Ausbreitung von Nebenstromkreisen | In einem Doppelpfadsystem kann es sechs oder mehr Nebenstromkreise pro Rack geben und diese Stromkreise werden ständig neu verdrahtet. Es ist sehr schwierig, diese hohe Anzahl von veränderlichen Nebenstromkreisen zu verfolgen und festzustellen, ob diese überlastet sind. | Höhere Stromzufuhr zum Rack, ein Ausschließen wiederholter Neuverdrahtungen und lokales und Fernstrommessen. |
| Bewältigung einer wachsenden Anzahl und schlechten Qualität von Unterbrechern | Datenzentren und Netzwerkräume nutzen die gleichen Unterbrecher für Nebenstromkreise, die für Heim- bzw. leichte industrielle Anwendungen verwendet werden. Diese Unterbrecher sind nicht besonders hochwertig, entsprechen oft nicht ihren Spezifikationen und werden in solchen Massen eingesetzt, dass ihre Fehlerhaftigkeit einen statistisch bedeutenden Teil der Datenzentren-Ausfallzeiten ausmacht. | Unterbrecher besserer Qualität – vorinstalliert und geprüft. |

Die Lösungsanforderungen die erforderlich sind, um den Anpassungsherausforderungen zu genügen, haben viele Gemeinsamkeiten mit den Lösungsanforderungen für Lebensdauerkosten. Es werden insbesondere vorgefertigte, genormte und Modularlösungen benötigt.

Viele Probleme mit der Anpassungsfähigkeit stehen im Zusammenhang mit der Architektur der Stromversorgungsverteilung zum Rack. Dieses Thema wird im APC White Paper Nr. 29 weiter untersucht: „Rackbestromungsoptionen für Datenzentren und Netzwerkräume“.

| Verfügbarkeit – Aufgaben | | |
|---|--|---|
| Aufgabe | Zugrunde liegende Probleme | Stromversorgungsanforderungen |
| Minimierung von menschlichem Versagen | Spezifisch konfigurierte, schlecht dokumentierte Systeme. Veränderte Anforderungen erfordern eine erneute Verdrahtung laufender Systeme. | Vorgefertigte Lösungen mit umfassender Dokumentation sowie Fehlerprüfsystemen. |
| Ausschließen von Fehlerquellen zwischen UPS und kritischer Belastung | Große zentralisierte Systeme, die sich mit ihren komplizierten Ausgangsstrom-Verteilern fern von der Last befinden, erzeugen einen Bedarf an zusätzlichen Redundanzfunktionen im Verteilersystem – wie z. B. statische Transferschalter. | Systeme, bei denen die Anzahl der Unterbrecher sowie die Verdrahtung zwischen den UPS und den Lasten so gering wie möglich ist. |
| Reduzieren von Fehlerquellen, bei denen Kunden gleichzeitig abgehängt werden | Große, zentralisierte Systeme mit komplizierter Koordination zwischen Unterbrechern erzeugen einen Zustand, bei dem Fehler sich unerwartet über mehrere Systeme fortsetzen können. | Systeme, bei denen die Anzahl der Unterbrecher sowie die Verdrahtung zwischen den UPS und den Lasten so gering wie möglich ist und die für Unterbrecherkoordination vorgefertigt und geprüft sind. |
| Eliminierung von Oberschwingungen | Großes, zentralisiertes UPS-System, das eine große Oberwellenbelastung der Anlage, Schaltungen und Backup-Generatoren darstellt; hierdurch werden unerwartete Wechselwirkungen erzeugt und eine Überdimensionierung erforderlich. Unsicherheit bzgl. des Ausmaßes und der Wirkung von Oberschwingungen in den IT-Lasten. | UPS-Systeme mit Eingangsstromfaktorkorrektur. Lasten mit Eingangsstromfaktorkorrektur. Verteilerausüstung, die für den Umgang mit Oberschwingungen konzipiert und gegen Schwingungsüberlastung geschützt ist. |
| Erfahrungswerte aus vergangenen Problemen auf allen Systemen anbringen | Spezifisch konfigurierte Systeme, wo der bei einem System gesammelte Erfahrungswert nicht auf andere Systeme übertragen werden kann. Keine eindeutige Methode, mit der Lösungen für das Problem eines Kunden auf andere Kunden mit ähnlichen Problemen übertragen werden können. | Vorgefertigte, genormte Systeme, bei denen das angeeignete Wissen durch Herstellermitteilungen und automatische Aktualisierungsverfahren mit anderen geteilt wird. |

Die Umfrageteilnehmer benannten menschliches Versagen einstimmig zum Hauptproblem bei der Verfügbarkeit. Das Uptime Institut berichtet, dass mehr als 50 % aller überlastungsbedingter Ausfallereignisse in Datenzentren durch menschliches Versagen verursacht wurden. Die Befragten waren frustriert über das breite Spektrum menschlichen Versagens und die Anzahl der unterschiedlichen menschlichen Fehler, die nahezu unmöglich vorzusehen waren. Dennoch stellte sich als gemeinsamer Nenner die Tatsache heraus, dass Menschen Maßnahmen basierend auf ihrer eigenen Vorstellung über das Verhalten des Systems treffen und dass ihr Verständnis des Systems häufig falsch ist. Dieses menschliche Versagen tritt während des Systembetriebs auf, allerdings treten auch bei der Konstruktion und Installation des Systems bereits Fehler auf. Eine Überwindung dieser Probleme erfordert Standardisierung, Automation und Simplifizierung.

Die Befragten zeigten einen Mangel an Erkenntnis bzgl. der dramatischen Reduzierung der Oberschwingungen, die durch die neuesten Generationen von IT-Geräten erzeugt werden. Dieses Thema wird im APC White Paper Nr. 26 weiter untersucht: „Gefahren der Oberschwingungen und Neutralüberlastungen“.

| Kontrollierbarkeit – Aufgaben | | |
|--|---|--|
| Aufgabe | Zugrunde liegende Probleme | Stromversorgungsanforderungen |
| Stromversorgungs-Management am Ausgangsniveau | Unzulässige Verwendung unbenutzter Stromanschlüsse erzeugt unerwartete Überlastungszustände. Manche IT-Geräte müssen am Netzschalter aus- und wieder eingeschaltet werden, um die Leistung zu optimieren oder um das System nach einem Hängenbleiben wieder rückzustellen. Ein manuelles, planmäßiges Herunterfahren gewisser Lasten zu Sicherheits- oder Stromsparzwecken ist aufwändig. | Die Möglichkeit, Strom am Ausgangsniveau zu verwalten. Zudem vorgefertigte und bedienerfreundliche Tools zur Überwachung und Regelung einer großen Menge von Stromanschlüssen. |
| Überwachung von Stromversorgungsattributen am Racklevel | Probleme bei der Erkennung von Racks, die hohe Wärmelasten aufweisen oder fast überlastet sind. Schwierigkeiten bei der Assoziation von Nebenstromlasten mit Racks aufgrund konstanter Umkonfiguration. Probleme bei der Festlegung, ob bei Doppelpfadsystemen verbleibende Stromkreise überlastet werden, wenn ein Pfad ausfällt. | Grafische Benutzerschnittstellen und automatische Benachrichtigung, die basierend auf Parametern am Racklevel berichten, verwalten und verständigen. |
| Vorhersehbare Fehleranalyse | Die meisten Stromkomponenten fallen unerwartet aus. Es gibt keine Vorwarnung, die Hilfsmaßnahmen oder ein Verhindern von Lastverlusten ermöglichen würde. | Das Stromversorgungssystem so ausrüsten, dass eine Vorwarnung vor Komponentenausfällen ermöglicht wird. Im Fall von Verschleißteilen oder Teilen mit begrenzter Lebensdauer, automatisch eine Nachricht senden, die die verbleibende Lebenserwartung und Austauschintervalle aufzeigt. |

Die Lösungsanforderungen bei der Kontrollierbarkeit sind sehr kostenaufwendig im Design, in der Installation und der Prüfung spezifisch gefertigter Systeme. Diese Probleme weisen deutlich darauf hin, dass vorgefertigte, vorgeprüfte und genormte Management-Tools erforderlich sind.

Die Befragten zeigten einen Mangel an Erkenntnis bzgl. des mit der Zeit variierenden Stromverbrauchs der neuesten Generationen von IT-Geräten. Daher stellte sich die Handhabung dieses Problems nicht als Herausforderung heraus. Dennoch wird erwartet, dass sich dieses Problem in naher Zukunft als wesentlicher Schlüsselfaktor bei der Kontrollierbarkeit herauskristallieren wird. Dieses Thema wird detailliert im APC White Paper Nr. 43 beschrieben: „Dynamische Stromveränderungen in Datenzentren und Netzwerkräumen“.

| Wartbarkeit – Aufgaben | | |
|---|---|---|
| Aufgabe | Zugrunde liegende Probleme | Stromversorgungsanforderungen |
| Senkung der durchschnittlichen Erholungszeit (Reparaturzeit plus Anfahrzeit des Technikers, Diagnose und Lieferzeit der Teile) | Ersatzteile sind nicht immer auf Lager. Große Systeme, die einen komplizierten Zerlegungsprozess zur Diagnose und Reparatur erfordern. | Modulare Systeme, die genormte Ersatzteile verwenden, die im Haus oder örtlich gelagert werden. Einfache Reparaturverfahren, die keine komplizierte Zerlegung erfordern. |
| Vereinfachung der Systemkomplexität | Systeme sind so kompliziert, dass Servicetechniker und internes Wartungspersonal bei Betrieb und Wartung des Systems Fehler begehen und Lasten fallen lassen. Der Systemstatus kann während einer Krise nicht einfach bestimmt bzw. kommuniziert werden. Steuersysteme Dritter sind kompliziert und einzigartig und werden niemals gründlich getestet, was zu unerwartetem Verhalten bei Fehlerzuständen führt. | Genormte Systeme mit genormten Schaltungen und genormten Bezeichnungen. Vorgefertigte und vorgetestete Steuersysteme, deren Aufbau nicht viel Zeit in Anspruch nimmt. |
| Vermeidung von Lötarbeiten | Durch die Notwendigkeit, Nebenstromkreise häufig zu wechseln und Lasten ohne Unterbrechung laufen zu lassen, müssen Stromkreise an stromführenden Konsolenplatinen neu verdrahtet werden. Dies birgt das Risiko diverser menschlicher Fehler sowie eine ernsthafte Gesundheitsgefahr. | Das System sollte sich an veränderliche Spannungs-, Strom- und Stromanschlussanforderungen anpassen, ohne erneute Verdrahtungen auf den stromführenden Platinen zu erfordern. |
| Minimierung von Verkäuferschnittstellen | Stromversorgungssysteme umfassen oft zehn oder mehr Verkäufer und es kann nur schwer festgestellt werden – sowohl für internes Personal als auch für die Verkäufer – wer für ein Problem verantwortlich ist. Dies führt zu Verschwendung von Zeit und Geld. | Vorintegrierte und vorgefertigte Systeme, bei denen eindeutig ist, wer für ein Problem verantwortlich ist. |
| Erfahrungswerte aus vergangenen Problemen auf allen Systemen anbringen | Spezifisch konfigurierte Systeme, wo der bei einem System gesammelte Erfahrungswert nicht auf andere Systeme übertragen werden kann. Keine eindeutige Methode, mit der Lösungen für das Problem eines Kunden auf andere Kunden mit ähnlichen Problemen übertragen werden können. | Vorgefertigte, genormte Systeme, bei denen das angeeignete Wissen durch Herstellermitteilungen und automatische Aktualisierungsverfahren mit anderen geteilt wird. |

Der letzte Kernpunkt bezüglich des Lernens aus früheren Problemen, wurde von manchen Befragten als Verfügbarkeitsproblem und von anderen als Wartungsproblem angesehen. Daher erscheint es in beiden Tabellen.

Stromversorgungen für missionskritische Installationen

Es sind eine Reihe von Veränderungen der aktuellen Designmethoden erforderlich, um die missionskritischen Stromversorgungsherausforderungen zu bewältigen, die in dieser Umfrage herausgestellt wurden. Viele dieser Veränderungen erfordern Veränderungen der Technologie, des Designs und der Spezifikation von Stromversorgungsgeräten. Eine Integration der Komponenten des Stromversorgungs-Untersystems muss Abstand von der aktuellen Praxis einzigartiger Systemdesigns nehmen und sich mehr in Richtung vorkonstruierter und sogar vorgefertigter Lösungen bewegen. Derartige Lösungen wären im Idealfall modular und genormt, könnten nach Wunsch erweitert werden und würden als Komplettsysteme geliefert, allerdings in Einzelteile zerlegt, die man am Aufstellungsort schnell und einfach zusammenfügen könnte. Standardisierung erleichtert den Lernprozess. Ein derartiges fortschrittliches Stromversorgungsmanagement wäre für alle Kunden erschwinglich, wenn die Entwicklungskosten für diese Hochleistungs-Managementsysteme über eine große Anzahl genormter Installationen verteilt würde.

Schlussfolgerungen

Eine systematische Analyse von Kundenproblemen mit Datenzentrums- und Netzwerkraum-Stromversorgungssystemen bietet eine klare Aussage bzgl. der Richtung, die missionskritische Installationen für die nächste Generation einschlagen müssen. Die dringendsten Probleme, die nicht durch aktuelle Designpraktiken und Geräte gelöst werden können, haben eine gemeinsame Ursache – die Unfähigkeit des Datenzentrums, sich an Veränderungen anzupassen. Missionskritische Installations-Stromversorgungssysteme müssen anpassungsfähiger an veränderliche Anforderungen sein, um sowohl die Verfügbarkeit als auch die Wirtschaftlichkeit zu verbessern.

In vielen Industriebereichen ist das Reifeniveau erreicht, wenn neue Fortschritte in der Zuverlässigkeit, Zykluszeit und Kosten eine Standardisierung, Vorfertigung und Modularisierung erfordern. Designer missionskritischer Installationen, Designer der darin verwendeten Stromversorgungsgeräte und Besitzer sollten bestimmen, ob dieser Punkt erreicht ist. Die Ergebnisse der Umfrage in diesem White Paper deuten auf die Notwendigkeit einer neuen Generation von anpassungsfähigen Stromversorgungssystemen für missionskritische Installationen hin.

Referenzen

1) FIPS PUB 94 „Guideline for Computer Power for ADP Installations“; National Technical Information Service