



# SUPPLY CHAIN MANAGEMENT



Dieses Whitepaper enthält einige Design-Richtlinien und Ratschläge zur Reduzierung von Ausfallursachen und zur Vereinfachung des Designs, einschließlich Anwendungsbeispielen zur besseren Verständlichkeit.

WHITEPAPER: 12/2022

UPDATE: 01/2023

# INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT .....	3
ES BEGINNT MIT DER FUNKTIONSSPEZIFIKATION .....	3
UNTERNEHMENS-RESSOURCENPLANUNG (ERP).....	7
ZUSAMMENARBEIT MIT ANBIETERN VON STROMVERSORGUNGSLSÖSUNGEN.....	8
ZUSAMMENFASSUNG/SCHLUSSFOLGERUNGEN & WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN .....	9
REFERENZEN .....	9

## VORWORT

Dieses Whitepaper wurde in Verbindung mit einem anderen, ergänzenden, Whitepaper erstellt, das auf das Lieferkettenmanagement fokussiert. Auch wenn sich die beiden Dokumente in Bezug auf verwandte Themen ähneln mögen, so ist doch anzumerken, dass sich dieses Whitepaper darauf konzentriert, wie die im vorangegangenen Dokument genannten Ressourcen der Lieferkette verwaltet und die Verwaltung dieser Anbieter erleichtert werden kann. **HINWEIS:** Der Begriff „Anbieter“ wird hier sehr weit gefasst und kann ebenso auf das interne Ressourcenmanagement einer Organisation zutreffen.

Mit anderen Worten: Während sich das vorige Whitepaper auf die Werkzeuge zur Durchführung der Machbarkeit konzentriert, rückt dieses Whitepaper mehr die Aspekte der Ausführung in den Fokus. Auch hier gibt es zwar einige Überschneidungen in den wichtigsten Themenbereichen, aber der Inhalt der beiden Whitepapers steht jeweils in einem differenzierten und bedeutungsvollen Kontext und sollte deswegen auch als solcher behandelt werden.

## ES BEGINNT MIT DER FUNKTIONSSPEZIFIKATION

Alles – vom Design, über die Lieferkette, bis hin zu jeder anderen entscheidenden Abhängigkeit bei der Systementwicklung – beginnt mit einer ordnungsgemäßen Funktionsspezifikation (Spez.). Wenn die Messlatte nicht von Anfang an richtig gelegt wird, wachsen die Probleme/Risiken/Kosten mit fortschreitendem Zeitplan. Es ist üblich, bereits bei der Produktentwicklung Druck aufzubauen, um ein Design zu erschaffen, noch bevor die Spezifikationen vollständig ausgearbeitet sind. Dies gilt vor allem für kleinere/jüngere Unternehmen, wo die Ressourcen knapp sind und das Ende der Finanzierung oft in greifbare Nähe rückt.

Wenn es um die Entwicklung von Stromversorgungen und den dazugehörigen Lösungen geht, wird dieser Druck wahrscheinlich auf den Leistungselektronik-Ingenieur oder einen ähnlichen Team-Stakeholder übertragen, der in erster Linie für die Bereitstellung der Stromversorgungsinfrastruktur des Systems verantwortlich ist. Sie müssen diesem Druck standhalten und darauf bestehen, dass sich Systemarchitekten und andere Designpartner zusammensetzen und die notwendigen Diskussionen führen und nicht zu viele „TBD“ (To Be Determined)-Platzhalter für kritische Spezifikationen akzeptieren. Das soll nicht heißen, dass zu Beginn des Projekts ein Dokument (z. B. Datenblatt) von endgültiger Qualität erwartet werden sollte, denn im Laufe der Entwicklung kann noch einiges angepasst und optimiert werden, aber selbst der Entwurf einer Spezifikation sollte nicht so vage gewählt sein, dass er (qualitativ hochwertige, zeitnahe) Entwicklungen verhindert. Viele funktionale Anforderungen und Zertifizierungen liegen nicht in der Hand des Entwicklers/Eigentümers der Stromversorgungslösung, auch wenn er letztendlich die Verantwortung für die erfolgreiche Bereitstellung der Lösung trägt. Beispiele hierfür sind Richtlinien zur Leistungsreduzierung (z. B. IPC-9592, interne Konstruktionsleitfäden usw.), spezielle Zertifizierungen (z. B. EN51055, 80PLUS, EMC Class A/B, DoE Level VI, NEBS usw.), digitale Schnittstellen mit der System-SW/FW und ganzheitlichen Umweltszenarien (einschließlich Kompatibilität mit Höhenlagen und Verschmutzung/rauen Umgebungen). Hierbei handelt es sich nicht bloß um Aufkleber oder Stempel, um die Ästhetik des Produkts zu vervollständigen: Sie haben erhebliche Auswirkungen auf die Betriebsparameter (z. B. Mindestanforderungen an den Wirkungsgrad, höhere Betriebstemperaturen, robustere Stoß-/Vibrations-/Elektrizitätswiderstand usw.), die das Design vom ersten Tag an bestimmen können. Das Wichtigste ist, dass man unnachgiebig ist gegenüber anderen Beteiligten, die nicht verstehen, was sie verlangen, und denken, dass diese Fragen auch viel später im Entwicklungsprozess beantwortet werden können. Denn wenn etwas schiefgeht, erinnert man sich nur daran, dass die „Leistungsversorgungs-Person“ die Verantwortung für einfach ALLES trägt, was die erfolgreiche Auslieferung und Anwendung in der Praxis behindert.

Ein typisches Beispiel für diese Kommunikationslücken ist, wenn Stromversorgungs-Subsysteme ein digitales Berichtswesen implementieren (Kontrolle ist nicht notwendigerweise impliziert), was bedeutet, dass eine Stromversorgung über einen digitalen Bus mit dem System „sprechen“ kann und das System oft auch die Möglichkeit hat zu antworten. Die einzige Möglichkeit, diese beiden Komponenten so zu konzipieren, dass sie in der Anwendungsumgebung erfolgreich und robust arbeiten, besteht darin, dass die an der HW- und SW-Entwicklung Beteiligten zusammenkommen, um ihre jeweiligen funktionalen Spezifikationen auszuarbeiten (eine für die Stromversorgung, eine für das System). Es ist unwahrscheinlich, dass der an der Stromversorgung Beteiligte über das Wissen und die Erfahrung verfügt, um

die Eigenschaften des digitalen Busses, die Registerzuweisungen und die Formatierung von Fehlercodes (um nur eine kurze Auswahl aus einer langen Liste von Punkten zu nennen) eigenständig zu spezifizieren. Und es ist unwahrscheinlich, dass der SW/FW-Beteiligte über die Kenntnisse/Erfahrungen verfügt, um Fehlerschwellenwerte, Zustände/Verhaltensweisen der Stromversorgung und Schutzschaltungen zu definieren. Die Verringerung der Kommunikationslücke zwischen HW- und SW-Entwicklern (um nur ein Beispiel zu nennen) ist für die erfolgreiche Entwicklung einer minimal praktikablen funktionalen Spezifikation in nahezu jedem modernen System absolut notwendig.

Außerdem ist eine solide funktionale Spezifikation auch eine wichtige Voraussetzung für den Prozess der Angebotseinholung (RFQ/RFP), wenn ein Entwurf von Dritten ausgeschrieben wird. Alles – von den Stück-/Gewährleistungskosten (inkl. Qualität/Zuverlässigkeit), über den Entwicklungszeitplan und die Verfügbarkeit der erforderlichen Ressourcen, bis hin zur Lieferkette (AOS) und der finanziellen Überlebensfähigkeit sowohl des Anbieters als auch (in den extremsten Fällen) des Endbenutzers – wird durch die in der Funktionsspezifikation festgelegten Anforderungen bestimmt. Dazu gehören wichtige Punkte wie Sicherheits-, Compliance- und Zertifizierungsanforderungen sowie Design- und Qualifizierungsrichtlinien, die befolgt werden müssen.

Wenn Sie ein neues Projekt in Angriff nehmen, verfügen Sie dann über die nötigen Informationen, um eine ausreichende Funktionsspezifikation zu erstellen? Verfügen Sie über die entscheidenden Informationen von anderen technischen Gruppen, Programmmanagern und Stakeholdern der Lieferkette? Wenn das Marketing nicht in der Lage ist, ein Produkthanforderungsdokument (PRD) oder ein gleichwertiges Dokument zu erstellen, wie können Sie dann erwarten, dass Sie eine angemessene funktionale Spezifikation für Lösungen entwickeln, um diese Anforderungen effektiv zu erfüllen? Es mag albern klingen, dies zu sagen, aber manchmal ist es wichtig zu hinterfragen, ob die Anforderungen/Spezifikationen, die diktiert werden, mit moderner Technologie (oder manchmal sogar mit der grundlegenden Physik) überhaupt pragmatisch machbar sind. Wenn Ihr Konverter ein Einschwingverhalten von 1MA/ns hat oder eine Betriebsumgebung von 500°C unterstützen muss, dann heißt es: Houston, wir haben ein Problem!

## ARBEIT MIT BESCHAFFUNGS-/ROHSTOFF- STAKEHOLDERN



Das vorangegangene, ergänzende, Whitepaper enthielt eine tiefergehende Analyse des Multisourcings, was es ist, wie es interpretiert werden kann, und einige (positive und negative) Überlegungen, um eine angemessene Bewertung der eigenen Ressourcen vornehmen und eine fundierte Entscheidung treffen zu können. Kurz gesagt: Die verschiedenen Überlegungen scheinen sich darauf zu beschränken, das technische Risiko zu mindern und nicht die Preisgestaltung zu beeinflussen. Zur Erinnerung: Die Zielsetzungen der Beteiligten (intern/extern, Technik/Lieferkette usw.) stehen in der Regel im Widerspruch zueinander – sowohl bei der Ausführung als auch bei den Prioritäten, von denen sie bestimmt werden. Im Folgenden werden wir diese Einschätzung aufgreifen und erweitern, um die Analyse in

umsetzbare Strategien für bessere Ergebnisse umzuwandeln.

Wenn die endgültige Entscheidung für eine Multisourcing-Strategie gefallen ist, muss das Design Engineering in einem ersten Schritt die Liste der „kritischen Komponenten“ für die Analyse festlegen. Der Begriff ist in Anführungszeichen gesetzt, da die Charakterisierung dessen, was „kritisch“ ist, sehr subjektiv und variabel sein kann. Selbst eine Beschränkung der Definitionen auf „nur die Leistungskomponenten“ oder „nur die wärmsten Komponenten“ oder „nur Komponenten mit dem größten Sicherheitsrisiko“ führt oft zu Grauzonen und Meinungsverschiedenheiten. In jedem Fall ist es wichtig, eng mit den Teamkollegen zusammenzuarbeiten (insbesondere mit jenen aus den Bereichen Component/Reliability Engineering und Supply Chain Management), um die Kompromisse zwischen Leistung, Kosten, Time-to-Market (TTM) und AOS auszuhandeln.

Das Component/Reliability Engineering macht sich in der Regel wenige Gedanken um die Kosten, was bedeutet, dass es viele Qualifizierungs-/Lebensdauertests vorschreiben kann, die wiederum extrem teuer und zeitaufwändig sein können und Ressourcen von Dritten erfordern (immer wenn einem die direkte Kontrolle entzogen wird, erhöht dies das Risiko für die Entwicklung und den Zeitplan). Die erste Abstimmung mit diesen Interessengruppen über die Mindestliste der kritischen Komponenten (mit angemessenen Begründungen für die Annahme bzw. Streichung von Elementen auf dieser Liste) ist ein ausgezeichnete Ausgangspunkt, um das Risiko von etwaigen Zusatzkosten durch Dritte zu senken und den Zeitplan einzuhalten. Ein Beispiel für einen Kompromissvorschlag wäre, wenn eine Komponente mit mehr virtuellen/statistischen Methoden (z. B. Monte-Carlo-Analyse [1] oder Stichprobendaten des Herstellers) anstelle der weitaus umfassenderen thermischen/elektrischen Belastungs- und beschleunigten Lebensdauertests bewertet werden kann.

Bei physikalischen oder umwelttechnischen Tests muss nicht nur die Qualifikation der einzelnen Komponente berücksichtigt werden, sondern auch die Validierung in dem/den tatsächlichen System(en), für das/die sie bestimmt ist. Es scheint somit offensichtlich, dass die Bestimmung der Anzahl der zu testenden Baugruppen/Einheiten (DUT/UUT) angesichts der Anzahl der Stücklistenkombinationen für Leiterplatten (PCA), die mit jeder zusätzlichen Quelle exponentiell steigt, eine Herausforderung darstellen kann. Folgend einige Fragen, die berücksichtigt werden sollten:

- Hat der Programmmanager eine ausreichende Anzahl von (Prototyp-)Prüflingen für die erforderlichen Tests vorgesehen (und damit auch budgetiert)?
- Wie lange werden die Tests dauern und in welchem Stadium des Entwicklungszeitplans finden sie statt?
- Wenn der Zeitplan sehr eng gesteckt ist, gibt es dann einen Notfallplan für den Fall, dass ein Prototyp die hochbeschleunigten Lebensdauertests (HALT) nicht besteht oder die Grenzwerte für elektromagnetische Störungen (EMI) überschreitet?
- Stimmt dies mit dem Ziel der Freigabe der Stromversorgungslösung UND dem Ziel der Systemfreigabe überein?

Für Mitarbeiter des Lieferkettenmanagements stehen Möglichkeiten zur Kostensenkung wahrscheinlich eher im Vordergrund. Sie betrachten Multisourcing als hilfreiches Instrument zur Steigerung der AOS. Der letztgenannte Punkt wurde bereits im vorangegangenen Whitepaper erörtert und wird hier nicht wiederholt, dennoch sei erwähnt, dass die Verfügbarkeit von Komponenten und die Vorlaufzeiten zeilenweise geprüft werden sollten. Die Diskussion über die Bestimmung/Qualifizierung einer „kritischen“ Komponente wurde bereits weiter oben geführt, unterscheidet sich jedoch immer noch davon, wie eine Komponente aus einer zweiten Quelle als „gleichwertig“ mit einer primären Quelle eingestuft wird. Auch hier sollte man bedenken, dass dies ein sehr relativer Begriff sein kann (deswegen die Anführungszeichen), dessen Semantik unweigerlich mit dem Erfolg eines Jeden verbunden ist. Leider ist es heutzutage nur allzu üblich, dass die Gleichwertigkeit anhand einiger sehr grundlegender Kennzahlen wie Verdienstzahlen (Figures Of Merit – FOM) und Kosten (in der Regel mit sehr ungleicher Gewichtung) bestimmt wird.

Dieser Punkt ist zwar bei Komponenten, die empfindlicher auf Umwelt- und Anwendungsfaktoren reagieren (z. B. Halbleiterbauelemente), besonders wichtig, trifft aber genauso gut auf die einfachsten passiven Bauelemente (z. B. Widerstände) zu. Zwei verschiedene Quellen für einen Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET) können zwar das gleiche Gehäuse/den gleichen Platzbedarf, die gleiche Drain-To-Source-Spannung (auch bekannt als Sperrspannung) und die gleiche Gate-Spannung haben, aber dennoch drastisch unterschiedliche Gate-Ladungen oder Eingangs-/Ausgangskapazitäten aufweisen. Während dies für eine Schaltanwendung mit kleinen Sig-

nalen irrelevant sein mag, kann es bei einer Leistungs-FET-Anwendung den entscheidenden Unterschied ausmachen. Zwei verschiedene 1k-Widerstände im gleichen Gehäuse und mit der gleichen thermischen Leistung können sich in der Grundfläche, der Materialzusammensetzung oder der Art der Anschlüsse leicht unterscheiden. Die verschiedenen Quellen können unter der internen Teilenummer in der Liste der zugelassenen Hersteller (AVL) des Unternehmens immer noch als duale Quellen gekennzeichnet sein, was bedeutet, dass beide Quellen als austauschbar betrachtet werden, jedoch zu großen Leistungsrisiken führen.

Es ist ein natürlicher Prozess, dass man Regeln definieren möchte, um komplizierte Entwicklungen zu vereinfachen und Prozesse zu implementieren, die als Zeit-/Kostenoptimierung wahrgenommen werden können. Multisourcing ist jedoch einer der besonders heiklen Bereiche, in denen ein zu allgemeiner oder restriktiver Ansatz dem Erreichen der letztendlichen Projektziele zuwiderlaufen kann. Ein einfaches Beispiel dafür ist, dass für Entwürfe mit geringen Stückzahlen ein völlig anderer Ansatz gewählt werden sollte als für Entwürfe mit hohen Stückzahlen. Entwürfe mit geringen Stückzahlen sind in der Regel spezieller, können aggressivere/widerstandsfähigere Spezifikationen haben und sind weniger kostensensibel. Designs mit hohen Stückzahlen haben in der Regel strengere Qualitätsanforderungen, bergen ein höheres Risiko bezüglich der AOS, und die wirtschaftliche Rentabilität ist an streng kontrollierte Komponenten-, Herstellungs- und Qualifikationskosten gebunden.

Ein letztes zentrales Thema in dieser Diskussion über die effektive Verwaltung von Stakeholdern in der Lieferkette im Rahmen des Commodities Management bildet die Unterstützung des Business Continuity Planning (BCP) [2]. Beim BCP geht es um die Notfallplanung für größere Unterbrechungen, z. B. bei der Wiederherstellung nach einer Katastrophe oder bei der Abschwächung von Engpässen im Enterprise Resource Planning (ERP) [3]. Auch wenn es sich dabei in der Regel um Aufgaben für die Rohstoffmanagement-Gruppen und die mit ihnen verbundenen Ressourcen handelt, bewährt es sich immer, wenn die für die Energieplanung zuständigen Ressourcen/Eigentümer über diese Prozesse und die geplanten Maßnahmen im Falle einer Katastrophe, sei es aufgrund höherer Gewalt oder eines schwerwiegenden Versorgungsproblems (gesetzliche Vorschriften/Embargo/Zoll), auf dem Laufenden bleiben. Im schlimmsten Fall kann eine Naturkatastrophe ein ganzes Werk (oder sogar eine ganze Region) auslöschen, sodass ein komplett neuer Betrieb verlegt und schnell wieder auf einen gleichwertigen Qualitätsstand gebracht werden muss.

Dieses Thema mag für einen an der Konstruktion Beteiligten etwas nebensächlich erscheinen, dennoch kann so gut wie jeder Aspekt der Konstruktion – von der Auswahl der Komponenten, über die Montageanweisungen, bis hin zu den Qualifikationstests – dazu beitragen, das BCP voranzutreiben. Dies kann auch von der höchsten Ebene (System) bis zur niedrigsten Ebene (Komponente) und sogar bis zu den Rohstoffen reichen. Die Managementaspekte zwischen den Beteiligten im Team können wechselseitig sein, denn eine plötzliche Überschwemmung oder ein Konflikt können Gründe dafür sein, dass man eines Tages aufwacht und am Abend den nächsten Flug nach Thailand nimmt, um dort für die nächsten 2 bis 3 Monate zu leben, während man gleichzeitig einen neuen Bau-/Testprozess online stellt. Hier bietet die im vorangegangenen Whitepaper besprochene Bewertungsstrategie den größten Nutzen, wenn es darum geht, sie in praktisches Management umzusetzen.

### **Wichtige Fragen zur Berücksichtigung lauten:**

- Wann wurde das Qualitätsmanagementsystem (QMS) und/oder das BCP der Zielorganisation das letzte Mal geprüft?
- Wie vertraut ist das Design Engineering mit einem daraus resultierenden Bericht und der Durchführung von Korrekturmaßnahmen (falls erforderlich)?
- Wie schnell kann Ihr Unternehmen eine Umstellung (von Teil- bis zu vollständigen Katastrophenszenarien) von einem geografischen Standort auf einen anderen durchführen?
- Haben Sie spezialisierte (vielleicht zu spezialisierte) Prozesse, die eine umfangreiche Schulung der Mitarbeiter und streng kontrollierte Maßnahmen erfordern?
- Gibt es in einer neuen Region möglicherweise Zölle oder strenge Anforderungen an die Zollabfertigung, die Ihre Fähigkeit zur vollständigen Kopie der bisherigen Abläufe drastisch einschränken würden?

## UNTERNEHMENS-RESSOURCENPLANUNG (ERP)

Wie bereits vorhin erwähnt, ist ERP für die technische Lösung und für die Unterstützung der Lösungen sowohl in der Entwicklung als auch im Einsatz (d. h. im Betrieb) wichtig. Die Verfügbarkeit von Komponenten kann sich direkt auf die Designbeschränkungen auswirken und die Genauigkeit der Designberechnungen für die kritischsten (und in der Regel teuersten) Komponenten verringern, was ein erhebliches Risiko für das Design darstellt. Übermäßige Vorlaufzeiten, End-of-Life (EOL)-Komponenten und Komponenten mit starker Abhängigkeit von begrenzten Ressourcen (z. B. Seltenerdmetalle, Helium für die Herstellung usw.) können dazu führen, dass eine gewünschte Komponente nicht verfügbar ist und/oder erhebliche Risiken/Kosten für die Endmontage und den Einsatz des Systems verursacht. Haben Sie niemals einen Widerstand mit 1% Toleranz spezifiziert, wenn 5% ausreichen?

Üblicherweise denkt man bei ERP vor allem an Software und andere Tools, die zur Verwaltung großer, komplexer Ressourcen eingesetzt werden. Aber aus Sicht eines Entwicklers von Stromversorgungslösungen können diese Zuschreibungen und traditionellen ERP-Tools etwas anders interpretiert werden. Darüber hinaus umfasst das traditionelle ERP jene Bereiche und Interessengruppen, von denen sich der Entwickler von Stromversorgungslösungen normalerweise lieber fernhält; diese sind z. B. Vertrieb, Unternehmensführung oder sogar die Personalabteilung. Ob man es mag oder nicht: Es kann sehr hilfreich sein, wenn man sich die Mühe macht, die wichtigsten Ziele/Tools/Prozesse zu verstehen, die von diesen Interessengruppen vorangetrieben werden, da sie zwangsläufig an der einen oder anderen Stelle entscheidend für den Erfolg sind.

Um den oben genannten Punkt zu untermauern, scheint es sinnvoll, einige dieser verschiedenen Stakeholder-Perspektiven zu betrachten, um besser zu verstehen, wie ihr Endergebnis direkt mit den Entscheidungsträgern verbunden sein kann. Mit einem besseren Verständnis der Ressourcen und ihrer Beweggründe gelingt es Ihnen, besser mit diesen Ressourcen zusammenzuarbeiten, proaktivere Informationen zur Risikominimierung zu gewinnen und direkte Kommunikationswege zu eröffnen, um letztendlich die effizientesten Managementmaßnahmen ergreifen zu können.

Es gibt augenscheinliche Elemente in der ERP-Toolbox, z. B. die Produktionsplanung und die Anlagenverwaltung, die intuitiv sind, wenn es darum geht, mit dem Rohstoffmanagement und den Fertigungs-/Testingenieuren zusammenzuarbeiten, um etwa einen Bauplan zu validieren und eventuelle Versorgungslücken zu schließen. Weniger offensichtlich erscheint in diesen Bereichen die Notwendigkeit, Ressourcen zu verhandeln und diese gemeinsam zu nutzen, sei es eine begrenzte Anzahl von integrierten Schaltkreisen (IC) mit langer Durchlaufzeit, die in mehreren Systemen verwendet werden, oder die Zusammenarbeit mit dem Leiter der Fertigungslinie, um Ihr Projekt in der Warteschlange weiter nach vorne zu bringen, wenn dieselbe Linie für mehrere Produkte neu konfiguriert werden muss. Ein Unternehmen hat vielleicht neue Nachhaltigkeitsziele, die den Energieverbrauch [4] und den ökologischen Fußabdruck genau unter die Lupe nehmen – was die Produktion behindern kann.

Es kommt selten vor, dass ein Entwicklungsingenieur die Zusammenarbeit mit den Vertriebs-/Marketingpartnern liebt; gleichzeitig bilden diese jedoch die Ressourcen mit dem direktesten Zugang zum Kunden, und sie sind die ersten, die die kritischen Anforderungen für die funktionale Spezifikation definieren. Die Abschirmung der Entwicklungsingenieure von diesem direkten Kontakt mag der Wille einiger (auf beiden Seiten) sein, führt aber letztlich zu Kommunikationslücken und Missverständnissen, die zu den ungünstigsten Zeitpunkten auftreten (siehe „Murphys Law“). Darüber hinaus ist es üblich, dass die Interessenvertreter mit dem direktesten Zugang zur Praxis auch die technisch am wenigsten Informierten sind und deswegen bei der Umsetzung möglicherweise etwas übersehen. Selbst die Anforderungen und Tools der Buchhaltung müssen auf einer grundlegenden Ebene verstanden werden, da es Prozesse (z. B. Schriftsachen mit langen Genehmigungsketten, um einen neuen Anbieter in die AVL aufzunehmen) oder Bedingungen (z. B. NET60-Zahlungsbedingungen, wenn Ihr Anbieter nur NET45 akzeptiert) geben kann, die mit den Bedingungen der Ressource, die Sie zu beschaffen versuchen, nicht vereinbar sind.

Es gibt viele Märkte/Anwendungen/Kunden, die sehr spezifische Einschränkungen zu berücksichtigen und Standards einzuhalten haben, die weit über das hinausgehen können, was die Designer eines Unternehmens traditionell gewohnt sind. Im Bereich Militär/Luft-

und Raumfahrt sind vielleicht nur einheimische Anbieter zugelassen oder die Lösung erfordert konduktive/passive Kühlung. Bei Anwendungen im Transportwesen oder im Schienenverkehr unterliegen die Lösungen möglicherweise regionalen Standards oder müssen äußerst robust sein und extremen elektrischen und umweltbedingten Parametern standhalten. Bei medizinischen Geräten können es unglaublich strenge Anforderungen an einen extrem niedrigen Leckstrom geben, die während außerordentlich langer und kostspieliger Genehmigungsverfahren erfüllt werden müssen. Die Zusammenarbeit mit Kunden und direkten ERP-Stakeholdern wird diese Lernkurven beschleunigen.

## ZUSAMMENARBEIT MIT ANBIETERN VON STROMVERSORGUNGS-LÖSUNGEN



In den meisten Fällen wird der Spruch „Der Kunde hat immer recht“ wahrscheinlich auf Sie zurückfallen. Wenn es um eine wichtige kritische Systemkomponente wie die Stromversorgungslösung geht, ist eine Risikominderung durch eine gerechte Vereinbarung zwischen allen Parteien äußerst wünschenswert. Dies sollte ein Dogma für alle an der Entwicklung Beteiligten sein, die mit externen Lösungsanbietern zusammenarbeiten. Wenn eine Lösung für einen Anbieter nicht profitabel ist, warum sollte er sie dann für Sie produzieren? Wird ein Anbieter in Zeiten starken Wettbewerbs aus Gründen der finanziellen Rentabilität das Produkt eines Konkurrenten Ihrem vorziehen?

Übermäßige Qualifizierungs-/Test-/QMS-Anforderungen können den Fertigungsprozess behindern und die Gewinnspanne des Anbieters erheblich schmälern, was die Lieferkette für Stromversorgungslösungen mit einem erheblichen Risiko belastet. Dies führt in der Regel auch direkt zu einer Unterbrechung der Systemfertigung und zu Produktionsstopps, die das finanzielle Ergebnis stark beeinflussen.

In der Praxis haben wir manchmal eine lange Liste an Standards, Spezifikationen und Compliance-Anforderungen zur Verfügung, weil dies der gängigen Routine entspricht und/oder weil dies vom Unternehmen gefordert wird. Aber nicht alle Bauklötze sind eckig und nicht alle Löcher sind rund. Mit anderen Worten: Es kann für beide Seiten sehr vorteilhaft sein, manchmal Anforderungen zu ignorieren, die nicht unbedingt durch die Komplexität des Entwurfs, das Kostenziel oder die Mengen- und Qualitätsziele der Einheit gerechtfertigt sind. Abgesehen von den Kosteneinsparungen (in Form von Zeit und Geld) hilft dies allen Beteiligten, einige Zyklen einzusparen und die Ressourcen dort einzusetzen, wo sie den größten Nutzen bringen können. Ein Anbieter wird diese Art von Vorgehen in einer schwierigen Verhandlung sehr zu schätzen wissen und auf den Kunden aufmerksam werden, der die gegenseitige Beziehung schätzt und die Dinge mit einem gewissen Maß an Fairness und Pragmatismus angeht.

Es ist für ALLE Beteiligten von Vorteil, einen kooperativen Ansatz zu verfolgen, bei dem der Erfolg jedes Einzelnen an den Erfolg der Kraft der Zusammenarbeit gebunden ist. Dieser Punkt ist besonders wichtig, wenn die vielen Stolpersteine und Hemmnisse, die in diesem Whitepaper genannt werden, zum Tragen kommen (und Sie können davon ausgehen, dass es bei jeder Entwicklung welche geben wird). Der Unterschied zwischen einem Anbieter, der Sie toleriert (und sich vielleicht sogar vorübergehend Ihrem Willen beugt), und einem Anbieter, der sich verbiegt, um mit Ihnen zusammenzuarbeiten und Ihre Stromversorgungslösungen auf den Weg zu bringen, ist ebenfalls eng mit diesem Punkt verbunden.

## ZUSAMMENFASSUNG/SCHLUSSFOLGERUNGEN & WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Stromversorgungsdesigns müssen über ein breites Spektrum an Betriebs- und Umweltfaktoren hinweg funktional und robust sein. Dies wird nicht durch übertriebene Berechnungen, sondern durch reale (z. B. nicht-ideale und inkonsistente) Komponenten erreicht. Und wenn es keine Versorgung gibt, dann gibt es auch keinen Strom, was bedeutet, dass es kein System gibt – was wiederum bedeutet, dass es keine Einnahmen gibt. Es gibt viele Interessengruppen und Überlegungen, von denen sich Ingenieure, die sich auf die Bereitstellung von Energielösungen konzentrieren, lieber fernhalten würden, damit sie sich auf ihre „Kernkompetenzen“ konzentrieren können, aber am Ende des Tages lehrt uns die Erfahrung etwas anderes.

Viele Ingenieure müssen erst einige sehr schmerzhaft, teure und zeitgemäße, negative Erfahrungen machen, bevor sie beginnen, sich stärker auf die vielen Themen zu konzentrieren, die in diesem Whitepaper behandelt werden und auf den ersten Blick nebensächlich erscheinen mögen. Konstruktionsgleichungen ändern sich in der Regel nicht viel, Lieferketten sind jedoch sehr dynamisch. Mit zunehmender Erfahrung werden Sie feststellen, dass Sie immer mehr Zeit für das Management der Lieferkette (und damit verbundener Aufgaben) aufwenden müssen.

Stellen Sie sicher, dass Sie Greifbares wie die BCP- und ERP-Dokumente von den entsprechenden Stakeholdern anfordern, um einen ersten Eindruck davon zu bekommen, was in solch umfangreiche, manchmal verworrene Planungsprozesse fließt. Sicherlich wird es darin viele Punkte geben, die direkt mit Ihrer täglichen Arbeit zu tun haben, aber sie werden auch zumindest einige Überraschungen enthalten, die Sie in Zukunft zu verantworten haben werden und mit denen Sie sich daher so früh wie möglich in Ihrer Karriere beschäftigen (und sich parallel dazu in eher technischen Themen weiterbilden) sollten.

## REFERENZEN

1. Wikipedia, The Free Encyclopedia. „Monte Carlo method“, [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Monte\\_Carlo\\_method&oldid=1098636182](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Monte_Carlo_method&oldid=1098636182) (zugegriffen am 27. Juli 2022)
2. Wikipedia, The Free Encyclopedia. „Business continuity planning“, [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Business\\_continuity\\_planning&oldid=1103382005](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Business_continuity_planning&oldid=1103382005) (zugegriffen am 5. August 2022)
3. Wikipedia, The Free Encyclopedia. „Enterprise resource planning“, [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Enterprise\\_resource\\_planning&oldid=1102550774](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Enterprise_resource_planning&oldid=1102550774) (zugegriffen am 5. August 2022)
4. Wikipedia, The Free Encyclopedia. „Embodied energy“, [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Embodied\\_energy&oldid=1071177420](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Embodied_energy&oldid=1071177420) (zugegriffen am 8. August 2022)

**KONTAKT:**  
RECOM Power GmbH  
E-Mail: [info@recom-power.com](mailto:info@recom-power.com)  
[www.recom-power.com](http://www.recom-power.com)