

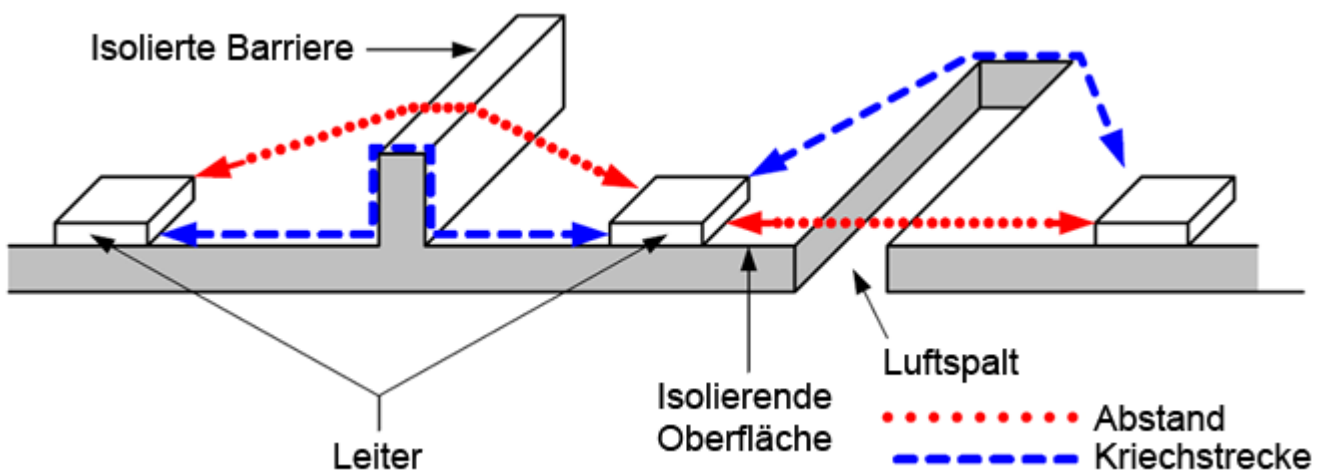
Welche Anforderungen stellt die Einsatzhöhe an ein Netzteil-Design?



Die meisten Netzteile, die den Sicherheitsstandard gemäß UL/EN 60950-1 für ITE-Anwendungen (Informationstechnologie-Equipment) erfüllen, sind für den Büro- oder Fabrik-Einsatz in „normalen“ Höhenlagen ausgelegt. Die Norm beinhaltet hier Höhenlagen zwischen Meeresspiegel-Niveau (NN) und 2000m über NN. Darüber hinaus bieten viele Hersteller auch Geräte an, die für größere Höhen bis zu 3000m entwickelt und ausgelegt sind. Neben Sende- und Kommunikationsstationen und -türmen, die zur Maximierung des Sendebereiches gerne im Gebirge und damit in Höhen bis 3000m oder mehr installiert werden, erfordern auch ganz normale Büro- und Fabrikausstattungen solche Einsatzhöhen insofern sie z. B. in einer der hochgelegenen Großstädte wie Denver, Santa Fe, Mexico-City oder Bogota zum Einsatz kommen sollen.

Die Einsatzhöhe hat maßgeblichen Einfluss auf das Design einer Stromversorgung, da hier wie bei den meisten elektronischen Geräten Luft als Medium zur elektrischen Isolation verwendet wird. Die Dichte von Luft und ihre Durchschlagsfestigkeit sind maßgebend für ihre Isolationsfähigkeit. Diese ist auf Meeressniveau am besten und nimmt mit zunehmender Höhe mehr und mehr ab, da hier die Luft immer dünner wird. Dabei geht ein Teil der Durchschlagsfestigkeit verloren, was eine Kompensation an anderer Stelle erfordert. Schaltnetzteile arbeiten bereits eingangsseitig mit hohen Spannungen (90-265Vac) und generieren intern sogar noch höhere Spannungswerte (400Vdc und mehr). Dies erfordert eine entsprechende Isolierung, sowohl um Spannungsüberschläge und Lichtbögen innerhalb der Geräte zu verhindern, als auch zum Schutz des übrigen Equipments und des Anwenders. Die abnehmende Durchschlagsfestigkeit von Luft bei großen Einsatzhöhen muss durch größere Isolationsabstände ausgeglichen werden.

Die Abbildung unten zeigt den Querschnitt einer typischen Leiterplatte (PCB), bestehend aus Kupferleiterbahnen auf einem isolierenden Trägermaterial (z.B. FR4, Glasfasergewebe mit Epoxidharz). Hinzu kommen elektronische Komponenten, die aber in dieser Zeichnung nicht dargestellt werden. Es ist gut zu erkennen, dass die Isolationsabstände zwischen den Leiterbahnen nicht nur durch die Distanzen auf dem Trägermaterial (blau) sondern genauso über Luftstrecken (rot) sichergestellt werden.



Bildquelle: Mammano B, ‚Safety Considerations in Power Supply Design‘, Underwriters Laboratory / TI

- Mit „Abstand“ bezeichnet das Bild jeweils die kürzeste Strecke zwischen zwei leitenden Stellen (Leiterbahnen, Komponenten usw.).
- Der Begriff „Kriechstrecke“ bezeichnet dagegen den kürzesten Abstand zwischen zwei leitenden Stellen entlang der Isolationsoberfläche (Leiterplatte, andere isolierende Materialien und Barrieren usw.).

Welchen Einfluss hat hier nun die Einsatzhöhe? Da Luft bei größeren Höhen dünner wird (der barometrische Druck sinkt) und ihre Isolationsfähigkeit abnimmt, müssen die Abstände zwischen den Leiterbahnen und zwischen Bauteilen soweit erhöht werden, dass weiterhin ein uneingeschränkter Schutz gegen Hochspannungsüberschläge und Lichtbögen gewährleistet ist.

Beispiel: Ein typisches Standard-Design einer Stromversorgung erfordert Abstände von 8mm zwischen Primär- und Sekundärkreisen und 4mm zwischen Primärseite und Masse. Diese Abstandswerte variieren abhängig von den Betriebsspannungswerten, dem Betriebstemperaturbereich, der Luftfeuchtigkeit, dem Verschmutzungsgrad und eben auch

der Betriebshöhe. Die Beispielwerte entsprechen einem Industrienetzteil mit Niederspannungsausgang mit einer Einsatzhöhe bis 2000m.

Stromversorgungen, die eine CCC-Zulassung für den Chinesischen Markt nach dem neuen Sicherheitsstandard GB 4943.1-2011 benötigen (dieser Standard ist der UL/EN 60950 ähnlich), müssen deutlich höhere Vorgaben für die Luft- und Kriechstrecken einhalten. Da viele Regionen in China sehr hoch gelegen sind, fordert der Chinesische Standard seit dem 1. Dezember 2012 eine Betriebshöhe bis 5000m. Dies erfordert um den Faktor 1,48 erhöhte (Luft-)Abstände zwischen Primär- und Sekundärseite.

Geräte, die diese Anforderung nicht erfüllen und beispielsweise nur bis 2000m Betriebshöhe erlauben, erfordern eine deutliche Kennzeichnung auf dem Gerät oder in der Betriebsanleitung, um dennoch die CCC-Zulassung zu bekommen.

Die typische Einsatzhöhe für Standard-Stromversorgungen liegt bei bis zu 2000m über Meeresniveau. Mit zunehmender Höhe wird die Luft ein immer schlechterer Isolator, was mit größeren Isolationsabständen ausgeglichen werden muss.

Die nachfolgende Tabelle beinhaltet entsprechende Korrekturfaktoren gemäß IEC 60664-1 (Basis: 8mm Luftabstand bei 2000m):

Höhe [m]	Luftdruck [kPa]	Multiplikator für Luftabstand	Resultierender Luftabstand [mm]
2000	80,0	1,00	8,00
3000	70,0	1,14	9,12
4000	62,0	1,29	10,32
5000	54,0	1,48	11,84

Der Tabelle lässt sich entnehmen, dass eine Stromversorgung für 5000m Einsatzhöhe um 48% größere Abstände zwischen Leiterbahnen und Komponenten aufweisen muss als eine vergleichbare Stromversorgung für 2000m Einsatzhöhe.

Neben der zuvor beschriebenen Thematik zu Abständen (Luft- und Kriechstrecken) gibt es einen weiteren wichtigen Aspekt für den Einsatz von Stromversorgungen in großen Höhen - geringere Wärmeabfuhr in dünnerer Luft. Um trotz verminderter Wärmeabfuhr eine

ausreichende Kühlung sicherzustellen, müssen Stromversorgungen bei Einsatz in großen Höhen entweder mit reduzierter Leistung betrieben werden (Derating) oder durch zusätzliche Maßnahmen wie größerem Kühlkörper bzw. verstärkter Zwangsbelüftung zusätzlich gekühlt werden.

Kurz zusammengefasst lässt sich für den Endanwender folgende Empfehlung abgeben: Wenn eine Anwendung es erfordert, dass eine Standard-Stromversorgung für Industriebereiche bei Höhen über 2000m eingesetzt wird, sollten Sie immer in Kontakt mit dem Hersteller treten. Dieser kann auf Basis der Tabellen zu Luft- und Kriechstrecken beurteilen, ob das Netzteil für den Einsatz in diesem Höhen grundsätzlich geeignet ist oder ob besser ein anderes Modell eingesetzt werden sollte. Unter Umständen werden nämlich größere Einsatzhöhen durch die Safety Approvals der Netzgeräte nicht abgedeckt. TDK-Lambda verfügt bereits über Standardgeräte, die für Einsatzhöhen von 3000, 4000 und sogar 5000m zugelassen sind. Zögern Sie nicht mit uns in Kontakt zu treten!

Kontakt:

TDK-Lambda Germany GmbH
Karl-Bold-Straße 40
D-77855 Achern

Tel: +49 (0)7841 - 666 -0
Email: info@de.tdk-lambda.com
Webseite: www.de.tdk-lambda.com