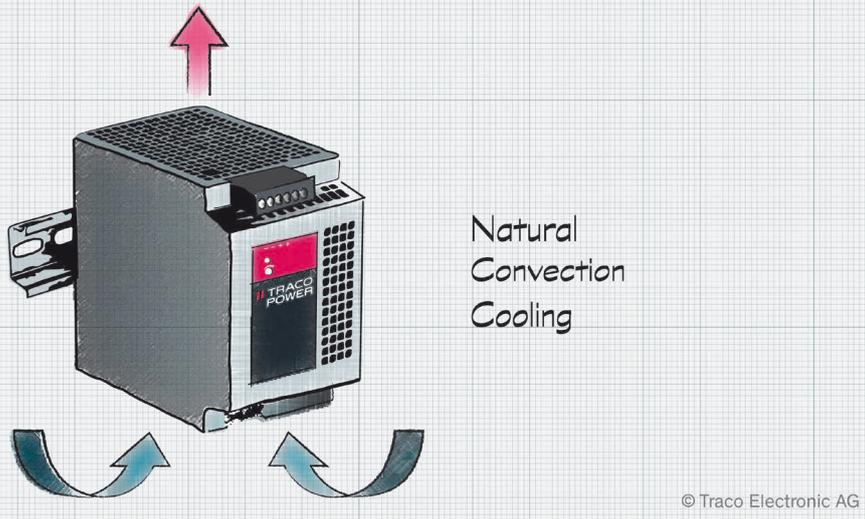


## Die Auswahl von Netzteilen – Teil 3

# Welche weiteren Aspekte müssen bei der Auswahl eines Netzteils berücksichtigt werden?



**Bild 1:** Wenn eine natürliche Konvektionskühlung vorgesehen ist, wird erwartet, dass die das Netzteil umgebende Luft zirkulieren kann und nicht stillsteht.

In den letzten Blogbeiträgen zur Auswahl von Netzteilen haben wir uns in Teil 2 auf die Ausgangs- und in Teil 1 auf die Eingangsdaten konzentriert. Bisher wurden ausschließlich elektrische Daten erläutert. In diesem letzten Teil über die Anforderungen an die Netzteile werden wir uns mit weiteren wichtigen Aspekten befassen.

Bei einigen davon handelt es sich um Umgebungsparameter, andere spielen hingegen im Hinblick auf die Herstellbarkeit eine wichtige Rolle, wie z. B. das Lötprofil. Nun aber zu den Details!

### Weitere Aspekte

Welche weiteren Aspekte sind bei der Auswahl eines Netzteils zu beachten? Bei der Auswahl eines Netzteils sind neben den elektrischen Anforderungen eine Reihe weiterer Aspekte zu berücksichtigen. Netzteile sind beispielsweise nicht zu 100 % effizient, da bei der Umwandlung Energie verloren geht, die als Wärme abgeleitet wird. In vielen Umgebungen stellt dies kein Problem dar. Anders kann es jedoch sein, wenn die Umgebungstemperaturen am Einsatzort des Geräts sehr hoch sind. Auch die Luftfeuchtigkeit, die Höhe und der Luftdruck müssen berücksichtigt werden. Im folgenden Abschnitt erklären wir, in welchen Fällen diese Parameter eine wichtige Rolle spielen und wie sie definiert werden.

### Temperaturbereiche

In Bezug auf die Temperatur sind in der Regel zwei bzw. drei wichtige Faktoren zu beachten. Am einfachsten zu definieren ist die **Lagertemperatur**, die die obere und untere Grenze der Umgebungstemperatur angibt, bei der das Netzteil zu lagern ist, wenn es nicht in Betrieb ist.

Der zweite Faktor ist die **Arbeitstemperatur**. Auch die Arbeitstemperatur beschreibt den oberen

und unteren Grenzwert der Umgebungstemperatur. Es sei darauf hingewiesen, dass mit dem Begriff **„Umgebungstemperatur“** die Temperatur der Umgebung des Netzteils gemeint ist. Wenn das Gerät beispielsweise in einen Schrank oder ein Gehäuse eingebaut ist, muss die Temperatur im Inneren des Schanks bzw. Gehäuses berücksichtigt werden. Sollten andere Komponenten im Gehäuse ebenfalls Wärme abgeben, wie z. B. Motoren oder andere Stromwandler, kann es zu einer deutlichen Erhöhung der Innentemperatur kommen.

Zudem gibt es für einige Geräte, wie z. B. DC/DC-Wandler, festge-

legte Grenzwerte für die Gehäuse-temperatur während des Betriebs.

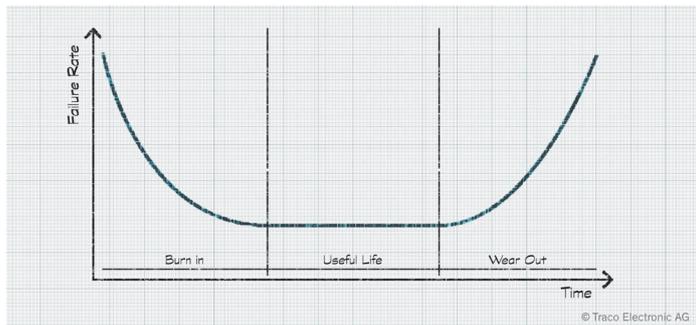
### Kühlsysteme

Wärme stellt für die meisten Leistungsmanagement- und -regelungssysteme eine große Herausforderung dar, die in der Regel nur bewältigt werden kann, wenn entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. In den technischen Daten von Netzteilen kann zum Beispiel angegeben sein, dass eine „natürliche Konvektionskühlung“ erforderlich ist. In diesem Fall wird erwartet, dass die Luft mit einer Geschwindigkeit von etwa 20 LFM (linearem Fuß pro Minute) bzw. 0,1 m/s über das Gerät strömen kann. Das Wort „natürlich“ kann hierbei zu Unklarheiten führen: Obwohl kein Lüfter erforderlich ist, darf die das Gerät umgebende Luft nicht stillstehen. Bei den meisten Anwendungen ergibt sich diese Mindestströmungsgeschwindigkeit aus dem sogenannten „Kamineffekt“, der das natürliche Ergebnis der vom Netzteil aufsteigenden heißen Luft ist. Sollte dies nicht der Fall sein, kann ein alternatives Kühlsystem erforderlich sein (Bild 1).

Bei manchen Netzteilen kann eine Konduktionskühlung erforderlich sein, um eine bessere Kühlung zu gewährleisten. In diesem Fall ist die Verwendung einer entsprechenden Befestigungsplatte mit bestimmten Abmessungen vorgesehen.

Rated operating altitude (a) m	Normal barometric pressure kPa	Multiplication factor for MOOP	Multiplication factor for MOPP
$a \leq 2000$	80.0	1.00	1.00
$2000 < a \leq 3000$	70.0	1.14	1.00
$3000 < a \leq 4000$	62.0	1.29	1.14
$4000 < a \leq 5000$	54.0	1.48	1.29

**Bild 2:** Anhand der in der Norm IEC 60601-1 angegebenen Multiplikationsfaktoren kann ermittelt werden, welche Abstände für die Luftstrecken in größeren Höhen einzuhalten sind.



**Bild 3: Um die erwartete Lebensdauer abschätzen zu können, werden Zuverlässigkeitswerte angeben.**

Wenn hingegen eine Zwangskühlung notwendig ist, wird die erforderliche Geschwindigkeit in LFM bzw. m/s angegeben, damit ein geeigneter Lüfter ausgewählt werden kann.

## Relative Luftfeuchtigkeit

Die in der Luft vorhandene Wasserdampfmenge im Verhältnis zur maximal möglichen Wasserdampfmenge, die die Luft aufnehmen kann, wird als relative Luftfeuchtigkeit bezeichnet. Die von der Luft aufnehmbare Wassermenge variiert jedoch je nach Luftdruck. Im Datenblatt eines Netzteils wird in der Regel die Obergrenze für die relative Luftfeuchtigkeit während des Betriebs des Geräts angegeben, um Kondensation zu verhindern. Das bedeutet, dass es sich hierbei um nicht kondensierende Luftfeuchtigkeit handelt. Dieser obere Grenzwert bezieht sich auf die Umgebungstemperatur während des Betriebs.

Auch bei sehr hohen Temperaturen und hoher relativer Luftfeuchtigkeit kann es zu Kondensation kommen. So tritt beispielsweise bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 95 %, einer Umgebungstemperatur von 60 °C und einer Höhe von 2000 m ü.d.M. (über dem Meeresspiegel) Kondensation auf Oberflächen mit einer Temperatur von weniger als 59 °C auf. Wenn Sie befürchten, dass dies ein Problem sein könnte, können Sie mithilfe verschiedener Online-Rechner den Taupunkt berechnen.

## Betriebshöhe und Luftdruck

Der Luftdruck variiert mit der Höhe und beeinflusst die Leitfähigkeit der Luft. Bei sicherheitsrelevanten Anwendungen in größeren Höhen müssen größere Abstände für die

Luftstrecken eingehalten werden. Die Norm IEC 60601-1 für medizinische elektrische Geräte enthält eine Tabelle mit Multiplikationsfaktoren für die Luftstrecken nach Betriebshöhe. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Netzteile in der Regel zwar in größeren Höhen betrieben werden können als angegeben, allerdings entsprechen in diesem Fall die Abstände für die Luftstrecken nicht den Sicherheitsanforderungen (Bild 2).

Der Luftdruck kann als Bereich angegeben werden, in dem das Netzteil ordnungsgemäß betrieben werden kann. Die entsprechenden Grenzwerte können auch zur Berechnung der maximalen und minimalen Betriebshöhe herangezogen werden.

## Zuverlässigkeit

Netzteile werden zwar mit Sorgfalt und Präzision entwickelt und hergestellt, aber nichts hält für immer. Damit die Entwickler von Netzteilen die erwartete Lebensdauer abschätzen können, werden Zuverlässigkeitswerte angegeben. Normalerweise wird die Zuverlässigkeit mit dem sogenannten MTBF-Wert (Mean Time Between Failures, zu Deutsch „mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen“) quantifiziert, der in der Regel in Stunden (h) angegeben wird (Bild 3).

Die MTBF bezieht sich ausschließlich auf die „Betriebslebensdauer“ (Frühausfälle und Verschleiß sind ausgeschlossen). Es gibt verschiedene Methoden zur Berechnung der MTBF. Eine davon ist MIL-HDBK-217F (Military Handbook 217F). Bei diesem Ansatz wird die Anzahl der eingesetzten Komponenten als Maßstab für die Berechnung verwendet, wobei davon ausgegangen wird, dass je mehr Komponenten

eingesetzt werden, desto geringer die Zuverlässigkeit und desto niedriger die MTBF. MTBF-Werte können von Tausenden bis zu Millionen von Stunden reichen. Daher sollte man sich über Folgendes im Klaren sein: Die MTBF-Zeit ist nicht mit der erwarteten Lebensdauer gleichzusetzen! Die MTBF ist ein statistischer Wert für die Ausfallintervalle während der Betriebslebensdauer, der unter bestimmten Bedingungen berechnet wird. Allerdings ist die tatsächliche Betriebslebensdauer normalerweise viel geringer als der MTBF-Wert, und Ausfälle können jederzeit auftreten.

## Lötprofil und Feuchteempfindlichkeit

Da die Bauteile im Rahmen des Fertigungsprozesses selten von Hand gelötet werden, müssen die Fertigungsteams die maximal zulässige Löttemperatur und -zeit kennen, um die automatisierten Wellen- oder Dampfphasenlötanlagen entsprechend einstellen zu können. Die empfohlene Löttemperatur und -zeit wird entweder in Zahlen oder unter Bezugnahme auf eine Norm für das Lötprofil (z. B. J-STD-020D) angegeben (Bild 4).

Oberflächenmontierte Bauelemente (SMD-Bauelemente) können durch das Eindringen übermäßiger Mengen an Feuchtigkeit in das Gehäuse vor dem Lötprozess beschädigt werden. Die schnelle Ausdehnung der Feuchtigkeit bei Erwärmung kann zu Delamination und Rissen im Gehäuse der Bauteile führen. SMD-Bauteile werden in dichten Beuteln geliefert und müssen innerhalb einer bestimmten Zeitspanne, die von der jeweiligen Feuchteempfindlichkeitsklasse (MSL – Moisture Sensitivity Level) abhängt, ver-

arbeitet werden. Wird diese Frist nicht eingehalten, müssen die Teile vor dem Löten thermisch behandelt werden, um den Feuchtigkeitsgehalt zu reduzieren.

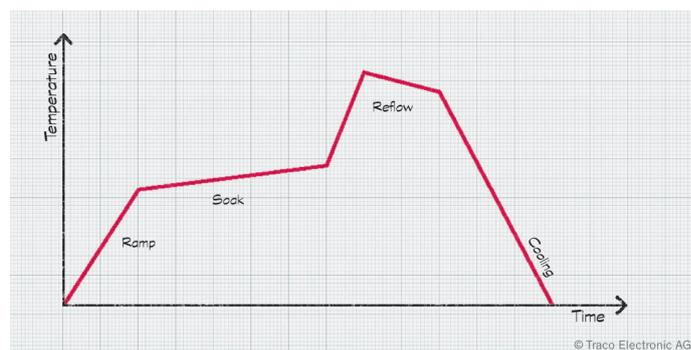
## Weitere technische Daten

In manchen Umgebungen sind elektronische Bauteile aufgrund von Stößen und Vibrationen verschiedenen physischen Belastungen ausgesetzt. Die Stoß- und Vibrationsfestigkeit wird entweder in Zahlen oder unter Bezugnahme auf eine bestimmte Norm (z. B. IEC60028-2) angegeben.

Darüber hinaus gibt es technische Daten, die sich auf den Schutz der Umwelt beziehen. Dazu gehört nicht nur die Einhaltung der REACH-Verordnung und RoHS-Richtlinien, sondern auch die Erfüllung der Anforderungen an die Entflammbarkeit für Bahnanwendungen. Falls erforderlich, werden die für die Konstruktion des Stromwandlers verwendeten Materialien, wie z. B. jene für Leiterplatten, Vergussmassen und Gehäuse, aufgeführt.

## Technische Daten von Netzteilen

Es gibt einiges zu beachten! In unserem letzten Blogbeitrag über die technischen Daten von Stromwandlern haben wir uns mit einigen wichtigen nicht-elektrischen Faktoren befasst, die von der Kühlung über die Betriebshöhe und Luftfeuchtigkeit bis hin zum Löten reichen. Nun sollten Sie und Ihr Team nahezu alle Aspekte, die bei der Auswahl eines Netzteils zu berücksichtigen sind, im Blick haben. Trotzdem kann es sein, dass Fragen auftauchen, auf die Sie keine Antwort finden. Sollte dies der Fall sein, wenden Sie sich bitte an unser Team, das Sie gerne unterstützt. ◀



**Bild 4: Lötprofile werden oft als Temperatur-Zeit-Diagramm angegeben.**