



VON DER UVS TOLERIERBARER AUSGANGSKURZSCHLUSSSTROM

Kurzbeschreibung

Gemäß den geltenden Standards ist ein „Überstrom“ ein Strom, der über dem Nennwert liegt.

Überströme können in verschiedener Form auftreten, je nachdem, ob sie das Ergebnis einer Überlast oder eines Kurzschlusses sind.

Während ersteres eine normale Situation für einen Stromkreis ist, tritt letzteres nach einer geringfügigen Impedanzstörung zwischen zwei Punkten des Stromkreises auf, wo eine Spannung unter normalen Betriebsbedingungen vorliegt.

Eines der Merkmale, die bei der Auswahl einer USV sorgfältig beurteilt werden müssen, ist deren Fähigkeit, für eine gewisse Zeit einem Kurzschlussstrom an ihrem Ausgang standzuhalten.

Diese Fähigkeit hängt davon ab, ob dem Ausgangskurzschlussstrom allein durch den Inverter standgehalten wird oder durch die Quelle über den statischen Bypass.

Im ersten Fall ist die Fähigkeit einzig vom USV-Design abhängig, während sie im zweiten Fall auch vom prospektiven Kurzschlussstrom der Quelle (als I_{cp} bezeichnet) abhängt. Der I_{cp} ist von der USV unabhängig, und wegen seiner elektrodynamischen und thermischen Auswirkungen auf die Komponenten ist es in manchen Fällen angebracht, seine Grenzen zu definieren und/oder besondere Lösungen zu implementieren, die eine Begrenzung seines Ausmaßes innerhalb der USV oder des gesamten Standorts ermöglichen.

In anderen Fällen ist die Begrenzung des prospektiven Kurzschlussstroms allerdings notwendig, um innerhalb der Grenzwerte der Schutzeinrichtungen zu bleiben, die der USV nachgeordnet sind.

Alle oben erwähnten Optionen besitzen das Risiko, den Kurzschlussstrom negativ zu beeinflussen, der für die Stromverteilung nach der USV benötigt wird, um die richtige Abstimmung zwischen den verschiedenen Schutzeinrichtungen des Standorts zu gewährleisten.

Daher müssen Sie berücksichtigen, wie der maximale Quellen- I_{cp} durch die USV beim Betrieb im Doppelwandler-Modus abgeschwächt werden kann.

Ziel dieses Whitepapers ist die Klärung des Prinzips des durch die USV tolerierbaren prospektiven Kurzschlussstroms, die Erklärung der Rolle von Sicherungen und die Darlegung der Anforderungen der internationalen Norm IEC 62040-1.

Komponenten und ihre Größe beeinflussen den Kurzschlussstrom

Innerhalb des Stromlaufwegs zwischen dem Bypass-Eingang und dem USV-Ausgang gibt es verschiedene Komponenten und Einrichtungen, die den Kurzschlussstrom beeinflussen.

Zu nennen sind hier Kabel, Schalteinrichtungen, statische Einrichtungen (nach der Abkürzung für „Silicon Controlled Rectifier“ als SCR bezeichnet) und mögliche Sicherungen (Abbildung 1).

Ihre Dimensionierung bestimmt indirekt eine Grenze für den maximalen prospektiven Kurzschlussstrom der Quelle.

Für diese Dimensionierung gibt es im Wesentlichen zwei Leitlinien:

1. Schützen Sie so viele Geräte wie möglich, wobei zu berücksichtigen ist, dass dies zu Lasten des maximalen Ausgangsstroms geht;
2. Erreichen Sie den maximal möglichen Ausgangsstrom, wobei zu berücksichtigen ist, dass sich die Störung über mehr als ein Gerät ausbreiten kann, während weiterhin ihre Isolierung zu gewährleisten ist.

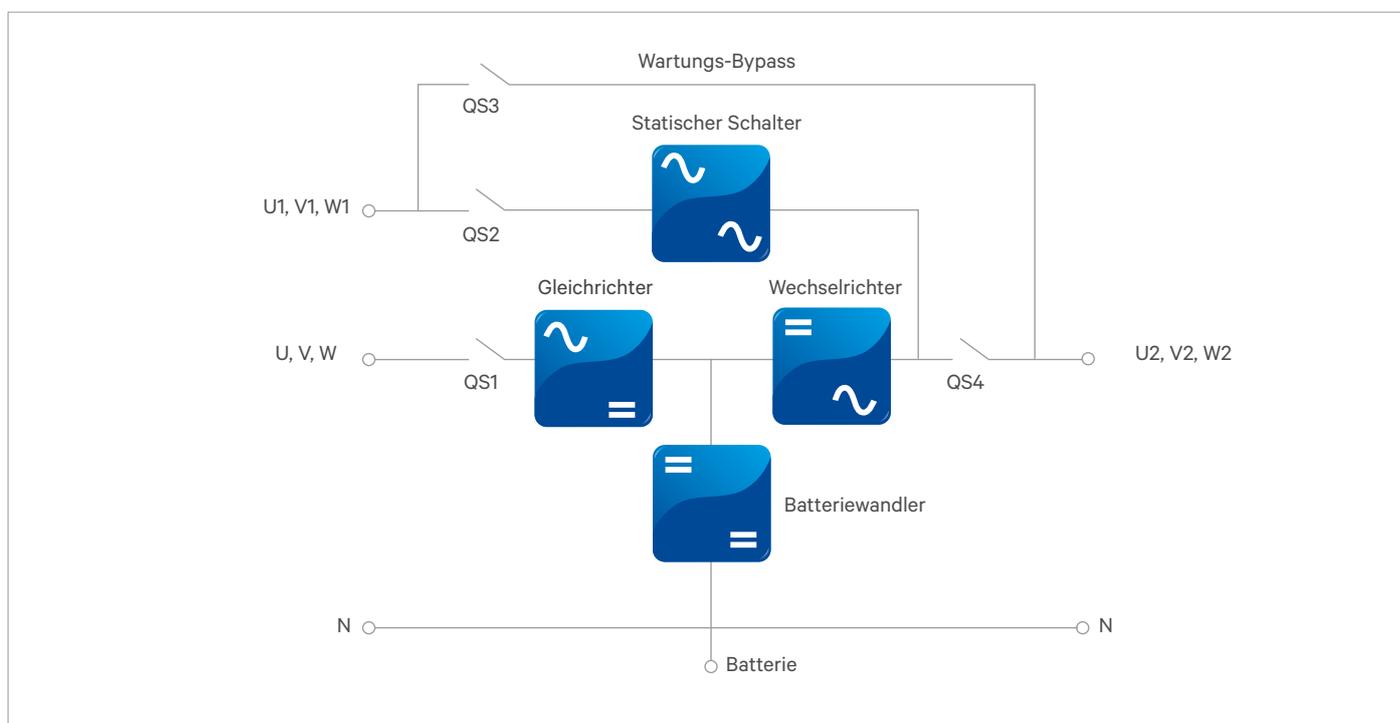


Abbildung 1: USV-Blockschaltbild

Auswirkungen des Kurzschlussstroms

Der Kurzschlussstrom hat sowohl elektrodynamische als auch thermische Auswirkungen. Die thermischen Auswirkungen bestehen in der Wärmeabgabe über die Leiter nach dem Joule-Effekt, und – da Kurzschlussströme viel höher als die Nennströme sind – die Komponente erwärmt sich und wird beschädigt.

Im Gegensatz dazu sind die elektrodynamischen Auswirkungen anziehende oder abstoßende mechanische Wirkungen zwischen den Komponenten, und sie hängen im Quadrat mit dem Spitzenstrom zusammen.

Abhängig vom prospektiven Kurzschlussstrom (I_{cp}) der Quelle muss der Spitzenstromwert gemäß Tabelle 7 der internationalen Norm CEI EN 61439-1 wie folgt evaluiert werden:

- Bis zu $I_{cp} \leq 10 \text{ kArms}$, $I_{pk_{max}} = 1,7 \times I_{cp}$
- Bis zu $I_{cp} \leq 20 \text{ kArms}$, $I_{pk_{max}} = 2,0 \times I_{cp}$
- Bis zu $I_{cp} \leq 50 \text{ kArms}$, $I_{pk_{max}} = 2,1 \times I_{cp}$
- Bis zu $I_{cp} \leq 100 \text{ kArms}$, $I_{pk_{max}} = 2,2 \times I_{cp}$

Superflinke Sicherungen

Wenn ein Bedarf für maximalen Geräteschutz besteht, müssen superflinke Sicherungen eingesetzt werden. Diese sind in der Lage, die Spitze des prospektiven Kurzschlussstroms zu begrenzen, sobald sie über einen bestimmten Pegel ansteigt. Abbildung 2 zeigt die Kurve einiger superflinken Sicherungen; sie weisen die oben erwähnte Funktion auf.

Zum Beispiel begrenzt die 1000-A-Sicherung bis zum prospektiven Kurzschlussstrom von 5 kA die maximale Stromspitze nicht, während über 5 kA der Wert allmählich reduziert wird, so dass er lediglich 31 kA beträgt, wenn der prospektive Kurzschlussstrom einen Wert von 100 kA aufweist.

Wenn eine USV mit einem Nennstrom von 1000 A mit einer superflinken 1000-A-Sicherung gekoppelt ist, könnte die USV mit einem prospektiven Kurzschlussstrom der Quelle von 45 kA kompatibel sein, wenn die Spitzenstromgrenze der statischen Bypass-Einrichtungen höher als 24 kA ist. Sie könnte mit 100 kA kompatibel sein, wenn die Spitzenstromgrenze der statischen Bypass-Einrichtungen höher als 31 kA ist.

Wenn dieselbe USV mit einer superflinken 1250-A-Sicherung gekoppelt wäre und die maximale Spitzenstromgrenze

weiterhin 31 kA betrüge, könnte sie mit einem prospektiven Kurzschlussstrom der Quelle von maximal ca. 50 kA kompatibel sein, und nicht mit 100 kA wie im Fall der 1000-A-Sicherung.

Die Verwendung von superflinken Sicherungen reduziert zwangsläufig die Stromspitze und deren Dauer (die üblicherweise einige ms beträgt). Daher kann die nachgeordnete Selektivität für den Kurzschluss nur über einige weitere superflinke Sicherungen oder elektromechanische Einrichtungen erreicht werden, die auch in der Lage sind, den Stromkreis mit vom I^2t -Wert abhängigen Eigenschaften zu öffnen.

In diesen beiden Fällen wird die Stromspitze vor allem durch die superflinken Sicherungen begrenzt, die dem Gerät nachgeschaltet sind.

Wie sich der Kurzschlussstrom erhöhen lässt

Da Sicherungen nach ihrem Eingreifen nicht zurückgesetzt werden können und zu ihrem Austausch immer ein Wartungseingriff erforderlich ist, besteht eine mögliche Lösung zur Erzielung eines höheren Kurzschlussstroms in der Erhöhung der Sicherungsgröße zu Lasten des SCR-Schutzes.

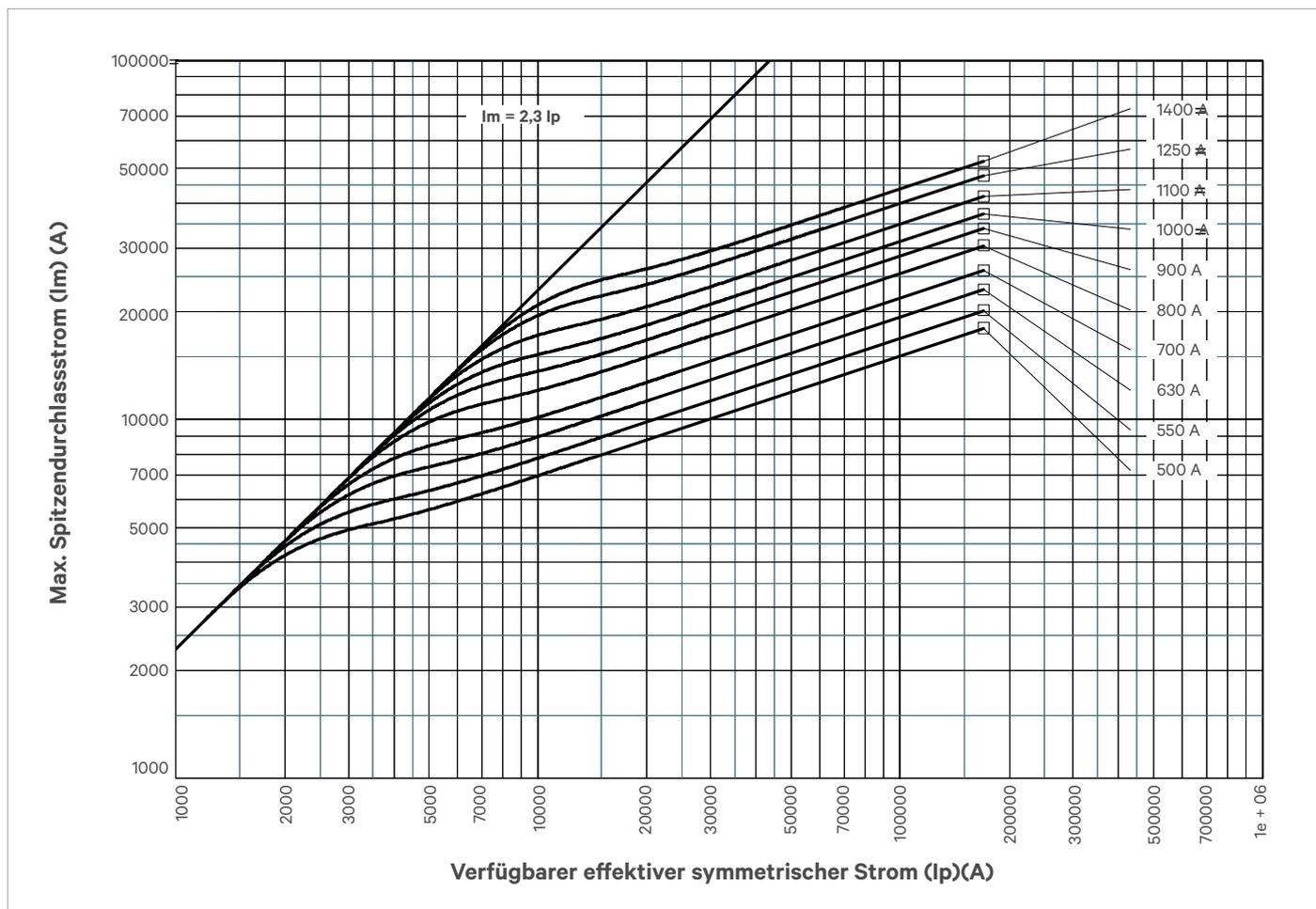


Abbildung 2: Begrenzung der Kurzschlussstromspitze durch eine typische handelsübliche superflinke Sicherung

Bei diesem Szenario müssen in dem seltenen Fall eines direkt am USV-Ausgang auftretenden Kurzschlusses beide Sicherungen und der SCR ersetzt werden.

Wenn zum Beispiel eine 1400-A-Sicherung verwendet wird, dann beträgt die maximale Stromspitze ca. 45 kA, während der prospektive Kurzschlussstrom ca. 100 kA beträgt. Dann ist klar, dass sowohl der Spitzenwert als auch der I^2t -Wert erhöht ist, aber beide Werte bleiben viel kleiner als der maximale Stromspitzenwert ohne Sicherungen, der im schlimmsten Fall bei ca. 220 kA liegt.

Kurzschlussstrom des manuellen Bypass

Der maximale Spitzenstromwert ohne Sicherungen, der im obigen Beispiel 220 kA beträgt, ist der Wert, den es für einen eventuellen manuelle Bypass zu berücksichtigen gilt – gleichgültig, ob innerhalb oder außerhalb der Anlage –, da ein manueller Bypass in der Regel nicht durch Sicherungen geschützt ist. In diesem Szenario ist es Aufgabe des Schalters mit seinem typischen Kurzschlussstrom (als I_{cw} bezeichnet), für die Begrenzung des maximalen prospektiven Kurzschlussstroms zu sorgen: Wenn dieser niedriger ist als der Kurzschlussstrom des statischen Bypass, wird er zum Grenzwert für die gesamte Installation bzw. den gesamten Standort.

Bei Systemen mit einer prospektiven Strom, der höher ist als der I_{cw} des Schalters, ist eine der beiden folgenden Lösungen notwendig:

- Hinzufügen von Sicherungen am manuellen Bypass;
- Hinzufügen einer Drossel in Serie mit der Quelle, deren Wert möglicherweise nicht ausreicht, um den maximalen prospektiven Kurzschlussstrom auf den gewünschten Wert zu verringern.

Die oben erwähnten Induktivitäten werden in der Regel als Luftspule realisiert, um ihre Sättigung unter Kurzschlussbedingungen zu vermeiden.

Ihr Vorhandensein vor der USV bietet eventuell die Möglichkeit, auch die Dimensionierung der Sicherung des statischen Bypasses zu überdenken.

Kurzschlussstrom in einem parallelen USV-System

In Situationen, bei denen mehrere USVs parallel miteinander gekoppelt sind – wieder wird hier nur der Kurzschluss zum Ausgang des parallelen System berücksichtigt –, entspricht der maximale prospektive Kurzschlussstrom der Quelle etwa 80 % des Werts einer einzigen USV, multipliziert mit der Anzahl der USVs in dem parallelen System (ohne Berücksichtigung jeglicher Redundanz).

Diese 80 % sind eine Sicherheitsspanne, die berücksichtigt, dass es durch Asymmetrien in den Anlagenverbindungen sowohl am Bypass-Eingang als auch am Systemausgang zu einer unvollkommenen Verteilung des Kurzschlussstroms kommen kann.

Diese Asymmetrien müssen bei der Abstimmung der statischen USV-Bypässe unter nominalen Betriebsbedingungen berücksichtigt werden, um sie innerhalb eines 10-%-Bereichs zu halten. Wenn das Layout des Standorts keine Symmetrie zwischen dem Bypass-Eingangs- und den USV-Ausgangsverbindungen zulässt, müssen Lösungen zum Ausgleich für diese Abweichungen umgesetzt werden. Falls hierfür Drosseln gewählt werden, dürfen sich diese unter Kurzschlussbedingungen nicht sättigen.

Die internationale Norm IEC 62040-1

Die internationale Norm IEC 62040-1:2008 (EN 62040-1:2008-11) wurde im Jahr 2008 unter dem Namen „Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen“ veröffentlicht. Im September 2011 ersetzte sie die ersten Versionen von IEC 62040-1-1 und IEC 62040-1-2, die 2004 veröffentlicht wurden. Diese Norm gilt für „bewegliche, ortsfeste, fest angebrachte oder eingebaute USV zur Nutzung in Niederspannungs-Verteilungssystemen, die für die Installation in Benutzerbereichen oder, sofern geeignet, in Betriebsstätten mit beschränktem Zugang vorgesehen sind“.

Die Änderung IEC 62040-1:2008/A1:2013 (Datum der Veröffentlichung, DOP) muss ab dem 14.02.2016 (Datum der Zurückziehung, DOW) gesetzlich zwingend zusätzlich zur ursprünglichen Norm berücksichtigt werden, um die USV-Sicherheitskonformität im Rahmen der harmonisierten Normen zu beurteilen.

Diese Änderung führte Anforderungen an den Kurzschlussstromvermögen am USV-Ausgang ein. Insbesondere zwingt sie die Hersteller zur Gewährleistung eines minimalen Werts in Abhängigkeit von der USV-Nennleistung.

Ein wichtiger letzter Hinweis

Im Zusammenhang mit dem prospektiven Kurzschlussstrom darf nicht nur die Quelle berücksichtigt werden, da sonst die Abschwächung vernachlässigt würde, die durch die Impedanz der Verbindung zwischen Quelle und Bypass-Eingang bewirkt wird.

Die oben genannte Impedanz hängt sowohl vom Abstand zwischen Quelle und USV ab als auch – und vor allem – von der Art der Verbindung (d. h. ob sie über eine Sammelschiene mit niedriger Impedanz oder per Kabel erfolgt). Im letzteren Szenario muss auch die Art und Weise berücksichtigt werden, wie die Kabel im Kabelkanal angeordnet sind, weil dadurch, je nach konkret implementierter Lösung, erhebliche Impedanzen entstehen könnten.

Daher muss das angegebene USV-Leistungsvermögen als ein prospektiver Kurzschlussstrom angesehen werden, der für den Bypass-Eingang zur Verfügung steht.

Fazit

In diesem Whitepaper wurde das Prinzip der Standfestigkeit gegen den prospektiven Kurzschlussstrom sowohl für eine einzelne USV als auch für ein Parallelsystem erläutert. Darüber hinaus wurde die Rolle von Sicherungen beschrieben, und die Anforderungen der internationalen Norm IEC 62040-1 wurden angedeutet.

Diese Themen sind wichtig, denn eines der Merkmale, die bei der Auswahl einer USV sorgfältig bewertet werden müssen, ist deren Fähigkeit, für eine gewisse Zeit einem Kurzschlussstrom an ihrem Ausgang standzuhalten.

