Erkennen einer Gefährdung

In neuen Schaltgerätekombinationen kann durch entsprechende Dimensionierung bzw. Filterung eine Gefährdung der Stromversorgung vermieden werden.

In bestehenden Schaltgerätekombinationen besteht die Möglichkeit durch messtechnische Erfassung der Nullleiterströme eine Gefährdung der Stromversorgung rechtzeitig zu erkennen.

Mit einer einfachen Strommessung ist der Neutralleiterstrom erfassbar und über eine Betrachtung der Differenz der Außenleiter-Ströme ein mögliches Problem durch die dritte Oberwelle erkennbar. Im Zweifelsfall sollte ein Spezialist für Netzqualität hinzugezogen werden.

Empfehlung

Für bestehende Schaltgerätekombinationen:

- Messtechnische Überwachung des Neutralleiters, hierbei ist ein reduzierter Betrieb möglich.
- Einbau eines Neutralleiter-Filters, dies führt zu einer Reduzierung des Neutralleiterstromes.
- Umbau und Ertüchtigung der Anlage durch Erhöhung des Neutralleiterquerschnittes.

Für neue Schaltgerätekombinationen:

- Dimensionierung des Neutralleiters auf einen Wert entsprechend 100% der Belastbarkeit der Außenleiter entsprechend DIN VDE 0100-520.
- Analyse der vorgesehenen Verbraucher und deren Auswirkungen auf die Neutralleiterbelastung, bei Einsatz von
  - getakteten Netzteilen
  - elektronisch geregelten Antriebssteuerungen
  - nicht kompensierten Beleuchtungsanlagen
  - ...usw.
- Überwachen der Abgangsstromkreise im Neutralleiter durch 4-polige Schutzeinrichtungen.
- Dimensionierung von Kabel, Leitungen und Sammelschienensystemen unter Berücksichtigung der Neutralleiterbelastungen.

Beispiel:

- Ergibt die rechnerische Ermittlung des Neutralleiterstromes einen Belastungswert von 120 % des Außenleiterstromes, bedingt dies eine Erhöhung des Sammelschienen- oder Kabelquerschnittes.

Trotz größter Sorgfalt keine
Haftung für den Inhalt.

Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie (ZVEI) e. V.
Fachverband AUTOMATION
Fachverband Schaltgeräte,
Schaltanlagen, Industriesteuerungen
Fachkreis TSK/PTSK
(Niederspannungs-Schaltanlagen)
Gunther Bernd

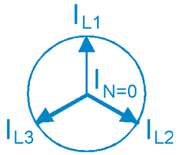
Stresemannallee 19
60596 Frankfurt am Main
Telefon: 069 6302 - 323
Fax: 069 6302 - 386
E-Mail: bernd@zvei.org
Internet: www.zvei.org/automation

Mai 2003

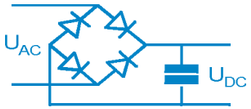
Dimensionierung von Neutral-Leitern in Schaltanlagen

Eine Information des Fachkreises
TSK/PTSK

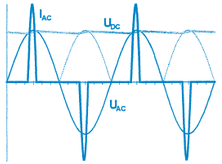
Stromverbraucher beeinflussen die Belastung der Leiter im Netz



Früher wurden überwiegend lineare Verbraucher, dessen Stromverlauf sinusförmig ist, auf die drei Phasen zu gleichen Teilen verteilt, so dass ein symmetrisches Netz vorhanden war. Die drei Ströme addieren sich dann im Neutralleiter bei 3-phasigen Betrieb zu Null.

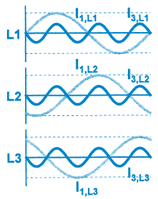


Heute werden durch den immer größer werdenden Anteil der Elektronik in den Verbrauchern, speziell bei Massenprodukten wie Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten, Fernsehgeräte, Computer, etc., kapazitiv geglättete Netzgeräte eingesetzt.

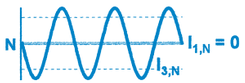


Wie arbeiten die Netzgeräte?

Netzgeräte dienen der Gleich-Spannungserzeugung für die elektronischen Geräte. Sie werden heute ohne Eingangstransformator oder Vorschaltinduktivität gebaut.



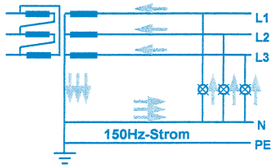
Die Aufladung des Speicherkondensators erfolgt in kurzer Zeit mit hohem Stromimpuls. Der dabei entstehende Stromverlauf ist nicht sinusförmig und erzeugt Oberschwingungen.



$$I_{1,N} = \sum I_{1,L} = 0$$
$$I_{3,N} = \sum I_{3,L} = 3 \bullet I_{3,L}$$

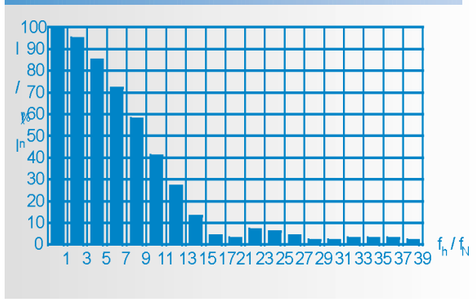
Welche Auswirkungen hat das auf unser Netz?

Oberschwingungen überlagern die Grundschwingung (Netzfrequenz z. B. 50 Hz) und sind das ganzzahlige Vielfache einer Grundschwingung. Insbesondere die 3. bis 15. Oberschwingungen erzeugen hohe Ströme je Phase, die sich selbst bei symmetrischer Lastverteilung nicht aufheben, sondern im Neutralleiter addieren.



Ergebnis: Messungen haben ergeben, dass der Neutralleiterstrom auf über 100 % des Phasenstromes ansteigen kann.

Beispiel einer Oberschwingungsanalyse bei nichtlinearen Verbrauchern



Fazit: Der Dimensionierung des Neutralleiters muss mehr Beachtung zukommen als bisher.

Festlegungen in den Regeln der Technik „VDE-Normen“

DIN VDE 0100-520 / IEC 364-5-5: 1993

- Abschnitt 524.2:

Der Neutralleiter, soweit vorhanden, darf keinen kleineren Querschnitt als der Außenleiter haben,

- in Wechselstromkreisen mit zwei Leitern mit beliebigem Außenleiterquerschnitt,
- in Wechselstromkreisen mit drei Leitern und in mehrphasigen Wechselstromkreisen, wenn der Außenleiterquerschnitt kleiner oder gleich 16 mm² für Kupfer oder 25 mm² für Aluminium ist.

- Abschnitt 524.3:

Bei mehrphasigen Wechselstromkreisen, in denen jeder Außenleiter einen Querschnitt größer als 16 mm² für Kupfer und 25 mm² für Aluminium hat, darf der Neutralleiter einen kleineren Querschnitt als die Außenleiter haben, wenn die folgenden Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- Der zu erwartende maximale Strom einschließlich Oberwellen im Neutralleiter ist während des ungestörten Betriebes nicht größer als die Strombelastbarkeit des verringerten Neutralleiterquerschnitts.

  Anmerkung: Hierbei wird von einer symmetrischen Belastung der Außenleiter im ungestörten Betrieb ausgegangen.

- Der Neutralleiter ist gegen Überstrom durch Maßnahmen nach Abschnitt 473.3.2 (DIN VDE 0100-470) geschützt.
- Der Querschnitt des Neutralleiters ist größer oder gleich 16 mm².

Auswirkungen

Durch eine mögliche Überlastung des Neutralleiters, resultierend aus den Unsymmetrieströmen und hinzukommenden Oberschwingungsströmen entstehen Gefahren für elektrische Einrichtungen wie folgt:

- Kabel und Leiter
  - Überhitzung des Neutralleiters
  - Brandgefahr
  - Gefahr der Unterbrechung des Neutralleiters mit stark sinkender bzw. steigender Phasenspannung. Dadurch sind angeschlossene Geräte gefährdet.
  - Größere Leistungsverluste
  - Erzeugen von starken Magnetfeldern, die Störungen verursachen können.
- Transformatoren
  - Größere Leistungsverluste
  - Überlastung des Sternpunktes
  - Resonanzrisiko
  - Höhere Geräuschpegel
- Kondensatoren (besonders empfindlich gegen Oberwellen)
  - Größere Leistungsverluste
  - Resonanzrisiko
  - Kürzere Betriebsdauer

Zusätzlich müssen folgende Fragen für die Auslegung der Niederspannungs-Schaltgerätekombination verstärkt beachtet werden:

- Wo wird der Neutralleiter angeordnet, um die elektromagnetischen Felder zu minimieren?
- Wodurch werden vagabundierende Ströme im Schutzleiter bzw. in konstruktiven Elementen der Schaltanlage vermieden?
- Wie kann das TN-Netz in der Schaltanlage EMV-gerecht ausgeführt werden?