

# Einphasen-Stromkreise mit gemeinsamem Neutralleiter

H. Senkbeil, Berlin

**Unklar ist oft, ob und unter welchen Bedingungen drei einphasige Wechselstromkreise an einen gemeinsamen Neutralleiter angeschlossen werden dürfen. Nachfolgend wird auf das Für und Wider dieser Lösung eingegangen und herausgearbeitet, dass wegen der zunehmenden nicht sinusförmigen Belastung der Ausführung mit „eigenen“ Neutralleitern der Vorzug zu geben ist. In bestehenden Anlagen ist insbesondere in Stromkreisen mit Steckdosen eine Überlastung des gemeinsamen Neutralleiters nicht auszuschließen, der mit geeigneten Gegenmaßnahmen begegnet werden muss.**

## 1 Normvorgaben für den Neutralleiter

Die Zuordnung eines gemeinsamen Neutralleiters für mehrere Hauptstromkreise ist nicht zulässig [1]. Aus dem Abschnitt 528.1.2 in [1] geht aber auch hervor, dass „aus einem Drehstromkreis mit einem Neutralleiter ... Einphasen-Wechselstromkreise aus je einem Außenleiter und dem Neutralleiter gebildet werden (dürfen)“. Es handelt sich hierbei also um eine **Ausnahmeregelung**. Diese ist an folgenden Bedingungen geknüpft:

- Die Zuordnung der Stromkreise muss durch ihre Anordnung erkennbar bleiben.
- Der Drehstromkreis muss durch einen Schalter freischaltbar sein, der alle nicht getrdeten Leiter gleichzeitig vom Netz trennt. Erwähnt sei, dass gemäß DIN VDE 0100 Teil 559 [2] bereits seit 1983 Leuchten an einen gemeinsamen Neutralleiter für drei Einphasen-Wechselstromkreise angeschlossen werden dürfen.

## 2 Argumente für einen gemeinsamen Neutralleiter

Mit einer 5-adrigen Zuleitung werden in jedem Fall gegenüber Ausführungen mit Einzelstromkreisen mit „eigenem“ Neutralleiter in gesonderten Leitungen Material, Arbeitszeit und Kosten gespart. Diese ökonomischen Aspekte sind aber nicht allein ausschlaggebend. Die für eine Anwendung in Betracht kommenden Argumente und Anwendungsfälle sind den Normen [1] und [2] zu entnehmen:

- Verminderung des stroboskopischen Effektes an Maschinen und sich bewegenden Teilen durch Dreiphasen- bzw. Duo-Schaltung von Leuchtstofflampen.
- In Großbauten wird eine Dreiphasen-Wechselstromleitung bis zu Decken- und Fußbo-

den-Rangierverteilern verlegt und von dort auf zugehörige Raumgruppen mit Einphasen-Stromkreisen verteilt.

- In Fußboden- und Wandkanalsystemen ist in ähnlicher Weise zu verfahren.
- Anschluss von Adaptern mit Drehstromstecker und Einphasen-Kupplungsdose an Dreiphasen-Wechselstrom-Steckvorrichtungen gleicher Nennstromstärke.

Ein weiteres nicht zu unterschätzendes Argument ist die Reduzierung der Brandlast. Bei einer Mantelleitung NYM 5 x 1,5 mm<sup>2</sup> ist z. B. mit einem Wert von 0,58 kWh/m zu rechnen. Im Vergleich zu drei Mantelleitungen NYM 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> mit insgesamt 1,26 kWh/m ist das eine Reduzierung > 50 %. Auch wenn aus praktischen Erwägungen in der jetzigen Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR) eine Grenze nicht mehr vorgegeben ist, bleibt die Reduzierung der Brandlast ein wichtiger Gesichtspunkt.

## 3 Probleme beim Einsatz eines gemeinsamen Neutralleiters

Durch den Wegfall von zwei Neutralleitern entstehen Gefahrenstellen, die in üblichen Einphasen-Stromkreisen nicht auftreten können.

### 3.1 Mögliche Überlastung des Neutralleiters

Träfe es generell zu, dass der Strom im Neutralleiter größer als im Außenleiter werden kann, dann hätte der Normensetzer diese Lösung gar nicht erst zulassen dürfen. Ob eine Überlastung eintreten kann, hängt von der Art des Belastungsstroms ab. Folgende Fälle sind zu unterscheiden:

**Sinusförmige Belastung.** Beim Anschluss von linearen Verbrauchern mit sinusförmigem Belastungsstrom (z. B. Glühlampen) gilt:

Der Neutralleiter eines Dreiphasen-Stromkreises bleibt bei gleicher Außenleiterbelastung und einem Phasenwinkel von 120° zwischen den Strömen stromlos. Die Summe der Ströme ist zu jedem Zeitpunkt null. Sind die Außenleiter ungleich belastet, so nimmt der Neutralleiter den Differenzstrom auf. Auch

wenn ein Außenleiter nicht belastet wird, kann der Neutralleiterstrom nicht größer als der größte Außenleiterstrom werden.

Der Neutralleiterstrom kann auch bei sinusförmiger Belastung größer als der Außenleiterstrom werden, wenn der Phasenwinkel zwischen zwei Außenleiterströmen 120° unterschreitet und ein Außenleiter nur gering oder gar nicht belastet wird [3]. Möglich wäre das, wenn induktiv und kapazitiv belastete Stromkreise an den gleichen Neutralleiter angeschlossen werden. Eine derartige Ausführungsvariante war und ist jedoch kaum zu erwarten.

**Nicht sinusförmige Belastung.** Von der Sinusform abweichende Belastungsströme werden vor allem durch elektronische Betriebsmittel verursacht, die wegen dieser Eigenschaft auch als nichtlinear bezeichnet werden. Hierzu gehören z. B. Schaltnetzteile in Computeranlagen und der Unterhaltungselektronik, elektronische Vorschaltgeräte (EVG), Dimmer, Einrichtungen zur Drehzahlregelung, USV-Anlagen, Energiesparlampen, steuerbare Umrichter und weitere Verbraucher [4].

Der verzerrte Stromverlauf lässt sich in einen Grundschwingungsstrom (50 Hz) und Oberschwingungsströme unterschiedlicher Frequenz zerlegen. Ein besonderes Problem entsteht durch Oberschwingungsströme der Ordnungszahl 3 (150 Hz) und aller durch drei teilbaren Oberschwingungsströme. Sie heben sich im gemeinsamen Neutralleiter nicht auf, sondern addieren sich [4].

**Im gemeinsamen Neutralleiter kann bis zu 173 % des Effektivwerts des Außenleiterstroms fließen, wenn alle Außenleiter gleich hoch belastet sind.**

Die mit der Wärmeleistung identische Verlustleistung ist dem Quadrat des Stroms proportional. Im Neutralleiter (oder im PEN-Leiter) kann sie folglich bis zu dreimal so hoch sein wie in gleich belasteten Außenleitern. Die Erwärmung hat eine Zerstörung der Leitungen und Betriebsmittel sowie möglicherweise auch Brände zur Folge, wenn die Leitungen dafür nicht bemessen sind.

Ob ein Betriebsmittel einen nichtsinusförmigen Strom führt, ist nicht immer leicht zu erkennen. Eine Energiesparlampe ist ein nichtlinearer Verbraucher, unterscheidet sich aber äußerlich nur wenig von der Glühlampe. Beim Einsatz eines Dimmers wird ein Stromkreis mit linearen Verbrauchsmitteln, z. B. Glühlampen, nichtlinear belastet. Leuchtstofflampen sind nichtlineare Betriebsmittel. Beim Anschluss an konventionelle Vorschaltgeräte ist die nichtlineare Belastung jedoch unbedeutend. Werden diese durch elektronische Vorschaltgeräte ersetzt, liegt nicht sinusförmige Belastung vor.

### 3.2 Folgen einer Neutralleiterunterbrechung

Bei relativ geringen Leiterquerschnitten ist ein Defekt des Neutralleiters auch bei sorgfältiger Installation nicht völlig auszuschließen. Ein

#### Autor

Obering. Heinz Senkbeil ist freier Fachjournalist, Berlin.

überlasteter Neutraleiter kann die Unterbrechung zudem beschleunigen. Im Gegensatz zu einem gleichen Fehler in Einzelstromkreisen mit jeweils zugeordnetem Neutraleiter muss nicht einmal die Stromversorgung unterbrochen sein. Bei ungleicher Belastung verschiebt sich durch den Defekt der nunmehr „freie“ Sternpunkt um so mehr, je unterschiedlicher die Stromkreise belastet sind (Bild 1).

Bei den im Beispiel angegebenen Widerständen ändern sich die Verbraucherspannungen und -ströme beträchtlich, so dass zwangsläufig Überlastungen der Verbraucher entstehen (Bild 1a). Ist ein Stromkreis nicht zugeschaltet, dann liegen bei Unterbrechung des Neutraleiters die Verbraucher in Reihe an einer Spannung von 400 V (Bild 1b). In beiden Fällen sind Zerstörungen von Geräten und Brände in der Anlage oftmals die Folge.

**Achtung!** Auch ein ausgeschaltetes, aber im Stand-by-Betrieb befindliches elektronisches Gerät kann zerstört werden oder Ursache eines Brandes werden. Es hängt von der Entscheidung des Errichters ab, ob und unter welchen Voraussetzungen ein solches Risiko eingegangen werden kann [5].

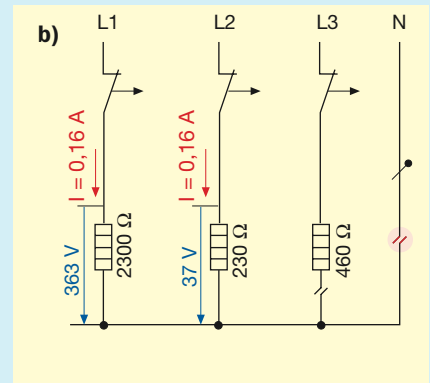
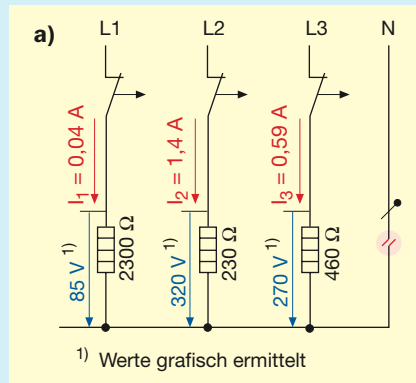
#### 4 Siebenadrigte Leitung als Vorzugslösung

Da der Einsatz nichtlinearer Verbraucher keine Besonderheit ist und sich zum Normalfall entwickelt, muss es möglich sein,

- ohne großen Umbau einer Anlage lineare gegen nichtlineare Verbraucher auszutauschen, z. B. Glühlampen durch Energiesparlampen zu ersetzen, oder
- nachträglich ein Steuergerät zur Helligkeitsregelung, z. B. einen Dimmer, vorzusehen, der eine nichtlineare Belastung bewirkt.

In Stromkreisen mit „eigenen“ Neutraleitern ist das problemlos möglich. Deshalb ist zu empfehlen, vieladrige Leitungen mit drei schwarzen, drei blauen und einer grün-gelben Ader einzusetzen [6]. Verwechslungen von Leitungsanschlüssen sind bei diesen Leitungen kaum zu erwarten. Im Neutraleiter fließt der gleiche Strom wie im Außenleiter. Bei einer Unterbrechung des Neutraleiters können die bereits behandelten schwerwiegenden Folgen nicht eintreten. Die Forderung im Abschnitt 5.1.6 und Tabelle 6 in DIN VDE 0100 Teil 540 [7] nach einem Schutzleiter, dessen Querschnitt dem des Außenleiters entspricht, ist erfüllt. Der grün-gelbe Leiter kann als gemeinsamer Schutzleiter verwendet werden.

Bei Verwendung der 7-adrigen Leitung anstelle von drei 3-adrigen Mantelleitungen sinkt der Material-, Arbeitszeit- und Kostenaufwand beträchtlich und unterscheidet sich nur unwesentlich von einer 5-adrigen Ausführung mit einem gemeinsamen Neutraleiter. Die mit dem gemeinsamen Neutraleiter angestrebten Vorteile, wie Übersichtlichkeit und geringer



#### 1 Unterbrechung des gemeinsamen Neutraleiters von drei Einleiterstromkreisen bei ohmscher Belastung

- a) alle Außenleiter belastet  
b) nur zwei Außenleiter am Netz oder zusätzliche Unterbrechung

Tafel 1 Zulässige Strombelastbarkeit von Leitungen (Umgebungstemperatur 25 °C)

Leiternennquerschnitt in mm <sup>2</sup>	Referenzverlegeart						
	A1	A2	B1	B2	C	E	
<b>zulässige Strombelastbarkeit I<sub>Z</sub> in A</b> Nennstrom I <sub>n</sub> in A <sup>1)</sup>							
<b>Siebenadrigte Leitungen mit sechs belasteten Adern und Nennstrom von Leitungsschutzschaltern zum Schutz bei Überlast</b>							
1,5	I <sub>Z</sub>	11,9	11,9	13,3	11,2	14,7	16,1
	I <sub>n</sub>	10	10	13	10	13	16
2,5	I <sub>Z</sub>	14,7	14	17,5	16,8	20,3	22,4
	I <sub>n</sub>	13	13	16	16	20	20
<b>Fünfadrigte Leitungen mit vier belasteten Adern bei einem 1,73-fachen Außenleiterstrom im Neutraleiter und Nennstrom von Leitungsschutzschaltern zum Schutz bei Überlast</b>							
1,5	I <sub>Z</sub>	8,7	8,1	9,8	9,2	11	11,5
	I <sub>n</sub>	6	6	6 (10)	6 (10)	10 (13)	10 (13)
2,5 <sup>2)</sup>	I <sub>Z</sub>	11,6	11	12,7	12,1	14,5	15,6
	I <sub>n</sub>	10	10	10 (13)	10 (13)	13 (16)	13 (16)

<sup>1)</sup> Der Nennstrom I<sub>n</sub> der Überstrom-Schutzeinrichtungen darf zum Schutz gegen Überlast nicht größer sein als die zulässige Belastbarkeit I<sub>Z</sub> des Kabels oder der Leitung (I<sub>n</sub> ≤ I<sub>Z</sub>).  
<sup>2)</sup> Zu empfehlender Mindestquerschnitt.

Platzbedarf, bleiben gewahrt. Die Brandlast ist nur unwesentlich höher als bei einer 5-adrigen Ausführung. Zu beachten ist allerdings, dass gemäß Tabelle 26 in DIN VDE 0298-4 [8] die Strombelastbarkeit gegenüber drei belasteten Adern auf 70 % reduziert werden muss. Bei einer Dauerbelastung kann auf die in der Tafel 1 angegebenen Werte zurückgegriffen werden. Die Einhaltung der Abschaltbedingungen und der Vorgaben für den Spannungsfall sind dabei nicht berücksichtigt.

Anzumerken ist allerdings, dass Oberschwingungsströme damit nicht beseitigt, sondern nach wie vor in den vorgelagerten Anlagen entsprechende Gegenmaßnahmen erfordern. Sie sind dort aber in der Regel einfacher zu realisieren.

#### 5 Neutraleiter für nichtlineare Verbraucher bemessen

Auch wenn dabei Nachteile in Kauf genommen werden müssen, so kann auf die Ausführung mit einem gemeinsamen Neutraleiter wohl nicht völlig verzichtet werden. In bestehenden Anlagen sind sie ohnedies vorhanden. Drei

Einphasen-Stromkreise mit gemeinsamem Neutraleiter sollten aber die Ausnahme bleiben. Da vier Leiter belastet und der Strom im Neutraleiter den Außenleiterstrom beträchtlich übersteigen kann, wäre eine nach Tabelle 1 im Beiblatt 2 zu DIN VDE 0100-520 [9] bemessene Leitung thermisch erheblich überlastet. Um das zu verhindern, muss bei einem vorgegebenen Außenleiterstrom ein größerer Leitungsquerschnitt gewählt werden. Dazu ist der Anteil der Oberschwingungsströme 3. und durch drei teilbarer Ordnung am Außenleiterstrom zu ermitteln und auf dieser Grundlage der Leitungsquerschnitt mit Hilfe von Reduktionsfaktoren zu berechnen. Diese sind in Tabelle B.1 im informativen Anhang B der Norm [8] ausgewiesen (Tafel 2).

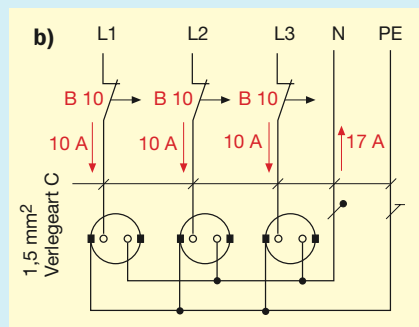
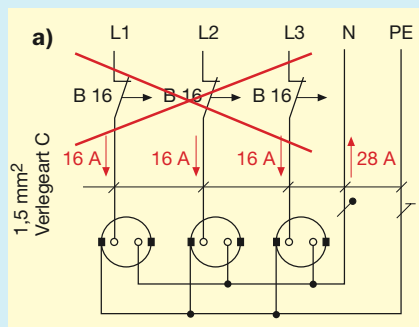
#### 5.1 Vereinfachtes Bemessungsverfahren

Die in Tafel 2 dargelegte Berechnung lässt sich durchführen, wenn die Anteile der Oberschwingungsströme bekannt sind. Gerade das wird aber in der Regel zum Problem, weil es dafür keine Festlegungen in Normen gibt, die dem Planer oder Errichter zur Verfügung stehen. Näheres siehe [4][5].

Tafel 2 Bemessung von Leitungen mit Einphasen-Stromkreisen und gemeinsamem Neutralleiter bei nicht sinusförmiger Belastung

Vorgaben in Tabelle B.1 in [8]		Anwendungsbeispiele				
Anteil aller durch drei teilbarer Oberschwingungsströme am Außenleiterstrom %	Grundlage für Querschnittsbemessung <sup>1)</sup>	Anteil aller durch drei teilbarer Oberschwingungsströme am Außenleiterstrom %	Strombelastung bei einem Außenleiterstrom von 15 A im gemeinsamen Neutralleiter A	Leitungsquerschnitt bei Verlegeart C und Umgebungstemperatur 25 °C mm <sup>2</sup>	Zulässiger Belastungsstrom bei Verlegeart C und einer Umgebungstemperatur 25 °C A	Nennstrom der Überstromeinrichtung zum Schutz bei Überlast A
0 – 15	Außenleiterstrom	15	15	1,5	19	16
> 15 – 33	Außenleiterstrom durch 0,86 dividieren	33	$15 : 0,86 = 17,44$	1,5	19	16
> 33 – 45	Neutralleiterstrom durch 0,86 dividieren	45	$15 \cdot 0,45 \cdot 3 = 20,25$ $20,25 : 0,86 = 23,55$	2,5	25	16
> 45	Neutralleiterstrom	57	$15 \cdot 0,57 \cdot 3 = 25,65$	2,5	25 <sup>2)</sup>	16

<sup>1)</sup> Anzuwenden auf die Strombelastbarkeitstabellen nach den Anhängen in [9] und Tabelle 1 in [8] für drei belastete Adern.  
<sup>2)</sup> geringfügig unter der errechneten Strombelastung



**2 Einleiterstromkreise mit Steckdosen und gemeinsamem Neutralleiter**

- a) Bei Bemessung des Überstromschutzes für lineare Belastung ist Überlastung des Neutralleiters möglich
- b) Überlastung wird durch Herabsetzung des Nennstroms vermieden

Wer die drei Einphasen-Stromkreise so auslegt, dass der Neutralleiter bei gleichen Außenleiterströmen mit dem maximal möglichen 1,73-fachen Außenleiterstrom belastet werden kann, umgeht einige Rechengänge. Er kann auf die Werte in Tafel 1 (5-adrige Leitung) zurückgreifen. Damit nimmt man in Kauf, dass das Leitungsnetz ggf. ungenügend ausgelastet, aber „zukunftssicher“ ist. Beim Austausch linearer gegen nichtlineare Betriebsmittel muss mit einer Neutralleiterüberlastung dann nicht mehr gerechnet werden. Auch eine Überwachung des Neutralleiters, die zudem aufwändig wäre, wird damit überflüssig. Sie ist in Normen auch nicht gefordert.

**5.2 Überlastschutz**

Bei einer durch Verbraucher möglichen Überlastung der Leitung muss der Nennstrom des Überstrom-Schutzorgans auf den Außenleiterstrom abgestimmt sein. Die als Grundlage zur Querschnittsbemessung notwendige Umrechnung mit den Reduktionsfaktoren bleibt daher unberücksichtigt. Bei dem in den Anwendungsbeispielen in Tafel 2 genannten Außenleiterstrom 15 A ist ein LS-Schalter 16 A zu wählen. Der Nennstrom liegt unterhalb der zulässigen Strombelastbarkeit von 19 A bei einem Leitungsquerschnitt 1,5 mm<sup>2</sup> bzw. 25 A bei 2,5 mm<sup>2</sup>. In Stromkreisen ohne Steckdosen darf nach Abschnitt 5.5 b) in DIN VDE 0100 Teil 430 [10] auf den Überlastschutz verzichtet werden, wenn angeschlossene Betriebsmittel keine Überlastung hervorrufen können. Bei

diesem Regelfall übernimmt der LS-Schalter nur den Kurzschlusschutz, so dass dessen Nennstrom nicht auf den Querschnitt bezogen sein muss. Beispielsweise könnte in diesem Fall auch ein LS-Schalter 20 A eingesetzt werden.

**5.3 Besonderheiten in Stromkreisen mit Steckdosen**

Nichtlineare Verbrauchsmittel mit Stecker sind Massenartikel, die überall Einzug gehalten haben. Sie können von jedermann ohne Zutun einer Fachkraft gekauft und angeschlossen werden. Angesichts der Möglichkeit, dass Neutralleiter erheblich überlastet werden können, ist es deshalb unverantwortlich, Steckdosenstromkreise mit gemeinsamem Neutralleiter für lineare Belastung auszulegen. Der gemeinsame Neutralleiter einer mit LS-Schaltern 16 A geschützten Mantelleitung NYM 5 x 1,5 mm<sup>2</sup> könnte z. B. bei einem 1,73-fachen Außenleiterstrom dauernd mit 28 A belastet werden (Bild 2a). Das ist bei der Verlegeart C das 1,45-fache und bei Verlegeart B2 sogar das 1,75-fache des zulässigen Werts der Strombelastbarkeit einer Leitung mit drei belasteten Adern. Da die Wärmeleistung mit dem Quadrat des Stroms steigt, sind dann Brände nicht auszuschließen. Es ist zu empfehlen, immer vom Extremfall auszugehen und auf die Werte in Tafel 1 (5-adrige Leitung) zurückzugreifen (Bild 2b). Eine symmetrische Belastung (gleiche Phasenlage zwischen den Strömen) und gleiche Außenleiterströme vorausgesetzt, ist dabei mit einer

Überlastung auch dann nicht zu rechnen, wenn ein Stromkreis nicht zugeschaltet ist. Trotzdem ist zu beachten, dass mit den in Klammern gesetzten Nennströmen der Überstrom-Schutzeinrichtungen der Schutz gegen eine Überlastung des Neutralleiters nicht in jedem Fall gewährleistet ist. Die Strombelastbarkeit könnte überschritten werden, wenn ein weiteres Betriebsmittel mit großem Oberschwingungsanteil der durch drei teilbaren Ordnungen angeschlossen oder ein anderes leistungsstärkeres mit ebenfalls extrem hohem Oberschwingungsanteil eingesetzt wird.

**5.4 Anwendungsbeispiel**

**Können an eine bereits verlegte Leitung NYM 5 x 1,5 mm<sup>2</sup> drei Einphasen-Stromkreise mit je 10,5 A angeschlossen werden, die zur Versorgung von PCs einschließlich Monitoren dienen?**

Aus Tafel 1 (5-adrige Leitung) ergibt sich, dieses ist zulässig. Bei einem 1,73-fachen Belastungsstrom darf die Leitung bei der Verlegeart C mit 11 A belastet werden. Zum gleichen Ergebnis führte die Messung der Oberschwingungen eines PCs inklusive Röhren-Monitor mit einem Oszilloskop. Die durch drei teilbaren Oberschwingungen (3., 9. und 15. Ordnung) addierten sich. Ihr Anteil pro Außenleiter betrug 57 % des Effektivwerts des Außenleiterstroms. Im Neutralleiter muss also mit dem 1,73-fachen Außenleiterstrom gerechnet werden. Die Bilanz bei Laptops und Flachbildschirmen kann auch schlechter ausfallen. Eine definitive Antwort, ob diese Aussage tatsächlich zutrifft und mit welchen Werten zu rechnen ist, müssen die Hersteller dieser Betriebsmittel geben. Sollten die genannten Werte wider Erwarten erheblich überschritten werden, dann wäre allerdings ein gemeinsamer Neutralleiter grundsätzlich in Frage zu stellen. Die Annahme, dass keine Überlastung eintritt, hat sich bestätigt. Eine nachträglich durchgeführte Berechnung mit den Reduktionsfaktoren in [8] führte zum gleichen Ergebnis. Der Neutralleiterstrom errechnet sich aus 10,5 A (Außenleiterstrom) x 0,57 (Anteil der 3. Oberwelle/Außenleiter) x 3 = 18 A. Er liegt damit noch unter dem nach Tabelle 1 in [9] bei der Verlegeart C zulässigen Wert von 19 A. Folg-

lich ist ein Leitungsquerschnitt  $1,5 \text{ mm}^2$  ausreichend.

Das „Ja“ gilt ausschließlich für den geschilderten Fall, wo in der alten Anlage diese Leitung bereits vorhanden ist und die Bedingungen für die Verlegeart C zutreffen (Tafel 1).

Zum Schutz bei Überlast ergeben sich bei einem Belastungsstrom von  $10,5 \text{ A}$  zwei Möglichkeiten:

- Ein nach DIN VDE 0641 gefertigter LS-Schalter  $10 \text{ A}$  darf bei  $11,3 \text{ A}$  noch nicht abschalten (Nichtauslösestrom  $1,13 \times I_n$ ). Obwohl der Belastungsstrom mit  $10,5 \text{ A}$  geringfügig größer ist als der Nennstrom, so gewährleistet er vollen Schutz. Selbst nach längerer Dauer ist ein unerwünschtes Auslösen nicht zu erwarten, sofern nicht extreme Bedingungen vorliegen (z. B. zu hohe Umgebungstemperatur im Verteiler).

Wem das zu unsicher erscheint, der kann auf einen LS-Schalter  $13 \text{ A}$  zurückgreifen. Da es unwahrscheinlich ist, dass die verbleibende Differenz zwischen der zulässigen Strombelastbarkeit von  $11 \text{ A}$  und  $13 \text{ A}$  durch den Anschluss eines weiteren Betriebsmittels in Anspruch genommen wird, ist ein größerer Neutralleiterstrom kaum zu erwarten.

- Bei einer Neuinstallation wäre in jedem Fall wegen der größeren Reserven ein Querschnitt von  $2,5 \text{ mm}^2$  zu empfehlen, wenn ein gemeinsamer Neutralleiter unbedingt als notwendig angesehen wird (Tafel 1).

Nach der Vorzugsvariante könnte eine Leitung  $7 \times 1,5 \text{ mm}^2$  verwendet und ein LS-Schalter  $13 \text{ A}$  ohne Wenn und Aber eingesetzt werden (Tafel 1).

## 6 Hinweise und Schlussfolgerungen

### 6.1 Maßnahmen in vorhandenen Anlagen

In den Normen wird keine Änderung in Anlagen mit gemeinsamem Neutralleiter und Steckvorrichtungen gefordert. Trotzdem ist zu empfehlen, den Nennstrom der Überstrom-Schutzeinrichtungen soweit herabzusetzen, dass beim Anschluss nichtlinearer Verbraucher keine Überlastung eintreten kann.

Neutralleiterunterbrechungen können nicht ausgeschlossen werden, die Funktion dieses Leiters wird aber oftmals als gegeben vorausgesetzt. Deshalb sollte bei Wiederholungsprüfungen stets mit geprüft werden, ob der Neutralleiter noch intakt ist [12]. Bei fest angeschlossenen Verbrauchern ist zu empfehlen, im Rahmen von Wiederholungsprüfungen auch die Neutralleiterströme zu ermitteln. Zum Messen sollten Messgeräte verwendet werden, die den Effektivwert als Echt-Effektivwert tatsächlich anzeigen und nicht nur auf den Effektivwert kalibriert sind [11].

### 6.2 Festlegungen in Errichtungsnormen

Die Norm [1] ist erst neu überarbeitet und enthält erfreulicherweise eine Reihe von Nationalen Ergänzungen, auf die viele Praktiker gewartet hatten. Durch den zunehmenden Einsatz nichtlinearer Verbraucher vollziehen sich in der Anlagentechnik erhebliche Veränderungen. Diesen tragen die Errichtungsnormen in der Gesamtheit leider nicht ausreichend Rechnung. Mit den Festlegungen im informativen Anhang zu [8] wurde ein erster Schritt getan, mit dem eine Überlastung von Neutralleitern durch Oberschwingungsströme begegnet werden kann. Ihm müssen weitere Maßnahmen folgen.

Für den gemeinsamen Neutralleiter sollte ein Mindestquerschnitt  $2,5 \text{ mm}^2$  festgelegt werden. Damit wäre eine höhere Sicherheit gegen Neutralleiter-Unterbrechungen und mit Überstrom-Schutzeinrichtungen  $10 \text{ A}$  bzw.  $13 \text{ A}$  bei allen Verlegearten ein voller Überlastschutz zu erreichen. Dem Anlagenerrichter fehlen zudem vor allem verlässliche Informationen darüber, mit welchen Oberschwingungsströmen 3. Ordnung tatsächlich zu rechnen ist.

#### Literatur

- [1] DIN VDE 0100-520:2003-06 Errichten von Niederspannungsanlagen; Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Kapitel 52: Kabel- und Leitungsanlagen.
- [2] DIN VDE 0100 Teil 559:1983-03 –; Leuchten und Beleuchtungsanlagen
- [3] Hering, E.: Ermittlung des Stroms im Neutralleiter. Elektropraktiker, Berlin 55(2001)8, S. 632-634.
- [4] Hering, E.: Oberschwingungsströme in Niederspannungsanlagen. Elektropraktiker, Berlin 58(2004)3, S. 224-228.
- [5] Schmolke, H.: Brandschutz in elektrischen Anlagen. Praxishandbuch für Planung, Errichtung, Prüfung und Betriebsmittel. Heidelberg, München, Berlin: Verlag Hüthig und Pflaum 2001.
- [6] Minar, F.: Führung mehrerer Stromkreise in einer Leitung. Elektropraktiker, Berlin 55(2002)9, S. 715-717.
- [7] DIN VDE 0100 Teil 540:1991-11 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis  $1000 \text{ V}$ ; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter.
- [8] DIN VDE 0298-4:203-08 Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen; Teil 4: Empfohlene Werte für die Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden und von flexiblen Leitungen.
- [9] Beiblatt 2 zu DIN VDE 0100-520:2002-11 Errichten von Niederspannungsanlagen; Zulässige Strombelastbarkeit, Schutz bei Überlast, maximal zulässige Kabel- und Leitungslängen zur Einhaltung des zulässigen Spannungsfalls und der Abschaltbedingungen.
- [10] DIN VDE 0100 Teil 430:1991-11 –; Schutzmaßnahmen: Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom.
- [11] Chapman, D.: Leitfadens Netzqualität: Teil 3.2.2 Oberschwingungen – Echt effektiv – die einzig wahre Messung. Düsseldorf: Deutsches Kupferinstitut.
- [12] Bödeker, K.: In der Praxis nicht bestanden: Fehlende N-PE-Verbindung. Elektropraktiker, Berlin 56(2002)12, S. 1011-1013. ■