



E-CONTROL

**Technische und organisatorische Regeln
für Betreiber und Benutzer
von Netzen**

**Teil D:
Besondere technische Regeln**

**Hauptabschnitt D1:
Netzurückwirkungsrelevante elektrische Betriebsmittel;
Schwellwerte für die notwendige Beurteilung durch den
Netzbetreiber und Festlegungen zur elektromagnetischen
Verträglichkeit**

Version 2.0
2004

Dokument-Historie

Version	Veröffentlichung	Inkrafttreten	Verantwortlich	Anmerkungen
1.0	1. März 2001	1. März 2001	BMWA	1. Ausgabe, 2001
2.0	14. Juni 2004	1. Juli 2004	E-Control	Ersetzt Version 1.0 Hauptabschnitt D1 (1. Ausgabe, 2001); Generelle Überarbeitung und Harmonisierung mit dem gültigen Regelwerk

Die anzuwendenden technischen und organisatorischen Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen (TOR) stehen auf der Website der Energie-Control GmbH (www.e-control.at) zur allgemeinen Verfügung. Verweise auf die TOR verstehen sich somit immer auf die jeweils aktuell geltende Version. Jede Anwendung, Verwendung und Zitation der TOR hat unter diesen Prämissen zu erfolgen. Die auf der Website der Energie-Control GmbH befindliche Version gilt als authentische Fassung der TOR.

Für den Inhalt verantwortlich:

Energie-Control GmbH

Rudolfsplatz 13a

A-1010 Wien

Tel: +43-1-24724-0

E-Mail: tor@e-control.at

Inhaltsangabe:

1. Einleitung und Allgemeines.....	4
1.1 Geltungsbereich und Zielstellung	4
1.2 Begriffe und allgemeine Vorgangsweise	5
2. Betriebsmittel mit Komponenten der Leistungselektronik.....	10
2.1 Allgemeines	10
2.2 Allgemeine Betriebsmittelfestlegungen	10
2.3 Leistungsgrenzwerte	11
2.3.1 Leistungsgrenzwerte bezüglich Oberschwingungen	11
2.3.2 Leistungsgrenzwerte bezüglich Spannungsänderungen.....	11
3. Elektrische Lichtanlagen	13
3.1 Allgemeines über Entladungslampen	13
3.2 Leistungsgrenzwerte	14
3.3 Allgemeine Einsatzbedingungen	15
4. Elektrowärmegeräte	16
4.1 Allgemeines	16
4.2 Grenzwerte für die Leistung bzw. den Anlaufstrom	16
4.3 Allgemeine Einsatzbedingungen	18
4.4 Elektrowärmegeräte zur Brauchwasserbereitung.....	18
4.5 Speicherheizgeräte.....	18
5. Elektrische Antriebe	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Grenzwerte für die Leistung bzw. den Anlaufstrom	22
5.3 Allgemeine Einsatzbedingungen	23
6. Elektroschweißanlagen.....	24
6.1 Allgemeines	24
6.2 Einsatz von Schweißeinrichtungen.....	24

7. Leistungskondensatoren	26
7.1 Kompensationsarten.....	26
7.2 Ausführungsformen von Kompensationen	27
7.3 Allgemeine Einsatzbedingungen	29
7.4 Bemessung und Aufstellung von Leistungskondensatoren.....	30
7.5 Schaltgeräte für Kondensatoranlagen	30
7.6 Schutz von Kondensatoranlagen.....	31
7.7 Entladung von Kondensatoren	32
8. Tonfrequenz-Sperreinrichtungen.....	33
8.1 Allgemeines	33
8.2 Einbau von Tonfrequenz-Sperreinrichtungen	34
9. Informationsübertragung über das 50-Hz-Netz	35
9.1 Allgemeines	35
9.2 Informationsübertragung in Anlagen des Netzbenutzers	36
Anhang A	38
Literatur	38

1. Einleitung und Allgemeines

1.1 Geltungsbereich und Zielstellung

In diesem Hauptabschnitt D1 wird der Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln in *Anlagen von Netzbenutzern* im Hinblick auf die Sicherstellung *elektromagnetischer Verträglichkeit* (EMV) behandelt. Die europäische und internationale Standardisierung ist auf diesem Sektor inzwischen soweit fortgeschritten, dass – jeweils bezogen auf einzelne Betriebsmittel bereits alle elektrischen Betriebsmittel bis 16 A abgedeckt sind. Trotzdem kann es beim Betrieb mehrerer Betriebsmittel technisch gleicher Bauart in einer *Anlage des Netzbenutzers* auch bei Erfüllung der betreffenden Europanormen - und darauf basierender **CE** – Kennzeichnung für das einzelne Betriebsmittel – zu störenden bzw. unzulässigen *Netzurückwirkungen* kommen.

Bei den im Folgenden für *Leistungen* und anderen Bemessungsgrößen elektrischer Betriebsmittel als „*Grenzwerte*“ bezeichneten Werten handelt es sich insofern um *Grenzwerte*, als davon ausgegangen werden darf, dass elektrische Betriebsmittel bis zu dieser Grenze im Regelfall in öffentlichen Verteilernetzen mit der Nennspannung 400/230 V hinsichtlich zu erwartender *Netzurückwirkungen* problemlos angeschlossen werden können. Darüber hinaus handelt es sich bei diesen Werten jedoch um Schwellwerte für eine notwendige Beurteilung der Netzurückwirkungsrelevanz eines derartigen elektrischen Betriebsmittels durch den zuständigen *Netzbetreiber*. Durch diese Beurteilung wird festgestellt, ob ein solches Betriebsmittel an dem betreffenden *Verknüpfungspunkt* problemlos, ohne unzulässige Rückwirkungen auf das *Netz* oder auf Anlagen anderer *Netzbenutzer* zu verursachen, betrieben werden kann, oder ob für den Anschluss bzw. den Betrieb dieses Betriebsmittels technische Maßnahmen notwendig sind, welche im Bedarfsfall mit dem *Netzbetreiber* festgelegt werden.

Für diese Beurteilung eines Betriebsmitteleinsatzes ohne störende Rückwirkungen wird in **Pkt. 1.2** die grundsätzliche Vorgangsweise festgelegt.

In den folgenden Kapiteln werden typische Betriebsmittelarten behandelt, für die wegen ihrer großen Verbreitung eine generelle Regelung notwendig ist. Im Einzelnen handelt es sich dabei um:

- Betriebsmittel mit Komponenten der Leistungselektronik (**Kapitel 2**)
- Elektrische Lichtanlagen (**Kapitel 3**)
- Elektrowärmegeräte (**Kapitel 4**)
- Elektrische Antriebe (**Kapitel 5**) und
- Elektroschweißanlagen (**Kapitel 6**).

Darüber hinaus ist in weiteren Kapiteln der Einsatz von Blindleistungs-Kompensationsanlagen, von Einrichtungen zur Sicherstellung der Funktion der Tonfrequenz-Rundsteuerung und von Einrichtungen zur Informationsübertragung geregelt. Dabei handelt es sich um folgende Kapitel:

- Leistungskondensatoren (**Kapitel 7**)
- Tonfrequenz-Sperreinrichtungen (**Kapitel 8**) und
- Informationsübertragung über das 50-Hz-Netz (**Kapitel 9**).

1.2 Begriffe und allgemeine Vorgangsweise

Die in diesem Hauptabschnitt D1 der technischen und organisatorischen Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen (TOR) verwendeten Begriffe und Definitionen sind im Teil A „Allgemeines, Begriffserklärungen, Quellenverweise“ der TOR gesammelt enthalten.

Der Begriff „Betriebsmittel“ im Sinn dieses Hauptabschnittes umfasst neben den üblichen elektrischen Geräten auch Einrichtungen zur Blindleistungskompensation, Tonfrequenz-Sperreinrichtungen und Einrichtungen zur Signalübertragung über *Verteilernetze* und Installationen. Der Begriff „Anlage“ umfasst die Gesamtheit aller ortsfesten elektrischen Betriebsmittel, zu unterscheiden ist jedoch die *elektrotechnische Anlage* und die *Anlage des Netzbenutzers*.

Betriebsmittel müssen dem vorgesehenen Verwendungszweck entsprechen und eine geeignete Bauart aufweisen. Es ist davon auszugehen, dass diese Forderungen erfüllt sind, wenn die Betriebsmittel eine **CE** – Kennzeichnung aufweisen oder den für sie geltenden ÖVE-Bestimmungen bzw. den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

Aus Aufschriften an dem elektrischen Betriebsmittel oder auf der Verpackung oder aus der Gebrauchsanweisung muss jedenfalls stets der Hersteller und, bei Produkten, die weder in einem Mitgliedstaat der Europäischen Union noch in einer Vertragspartei des Europäischen Wirtschaftsraumes hergestellt wurden, der für das erstmalige Inverkehrbringen im Europäischen Wirtschaftsraum Verantwortliche ersichtlich sein.

Betriebsmittel müssen mit Bemessungsgrößen gekennzeichnet sein und ein Ursprungszeichen tragen. Die Bezeichnungen sollen an einer gut sichtbaren Stelle dauerhaft angebracht sein und sich nicht auf lösbaren Abdeckungen oder abnehmbaren Teilen befinden.

Thermostatgesteuerte Betriebsmittel, wie z.B. Kochplatten, Backöfen oder Raumheizgeräte, sind gleich zu beurteilen wie Betriebsmittel mit Schwingungspaketsteuerung (siehe **Pkt. 2.3.2**).

Betriebsmittel mit Komponenten der Leistungselektronik, wie z.B. Gleichrichter, Wechsel- oder Drehstromsteller, Halbleiterschalter oder Umrichter, sind mit Ausnahme von elektrischen Lichtanlagen (siehe **Kapitel 3**) generell nach **Kapitel 2** zu beurteilen. In diesem Sinn sind z.B. Elektro-

wärmegeräte, Schweißgeräte oder Motorantriebe, sofern ihre *Leistung* über Halbleiterventile, wie Dioden, Thyristoren, Triac oder Transistoren, gesteuert wird, als Betriebsmittel mit Komponenten der Leistungselektronik zu betrachten.

Hinsichtlich der *elektromagnetischen Verträglichkeit* (EMV) ist die Beurteilung des Einsatzes von *elektrischen Betriebsmitteln* in **Diagramm 1-1** dargestellt.

Das **Diagramm 1-1** gilt nicht für *Erzeugungsanlagen*.

Vor einer Detail-Planung aller Arten von *Erzeugungsanlagen* ist eine Anfrage beim *Netzbetreiber* unerlässlich. Neben TOR Hauptabschnitt D1 sind auch die TOR Hauptabschnitt D2, Kapitel 9 sowie die TOR Hauptabschnitte D3 und D4 einzuhalten.

Zur Beurteilung des Anschlusses solcher elektrischer Betriebsmittel, bei denen die im vorliegenden Hauptabschnitt angeführten betriebsmittelspezifischen *Grenzwerte* überschritten sind, ist das „Datenblatt zur Beurteilung von Netzurückwirkungen“ (Anhang C zu TOR Hauptabschnitt D2) auszufüllen und der an den *Netzbetreiber* zu richtenden Anschlussanfrage beizulegen. An Hand dieser Angaben und der am *Verknüpfungspunkt V* vorhandenen Netzdaten entscheidet der *Netzbetreiber* entsprechend TOR Hauptabschnitt D2 „Richtlinie zur Beurteilung von Netzurückwirkungen“, unter welchen Voraussetzungen der Anschluss erfolgen kann. Die im vorliegenden Hauptabschnitt D1 angeführten *Grenzwerte* sollen dementsprechend keine grundsätzliche Beschränkung des Einsatzes bestimmter elektrischer Betriebsmittel, sondern Schwellen darstellen, ab welchen dem *Netzbetreiber* Gelegenheit zu einer Beurteilung der auftretenden *Netzurückwirkungen* unter Berücksichtigung der individuellen Gegebenheiten des örtlichen *Verteilernetzes* und der betreffenden *Anlage des Netzbenutzers* zu geben ist.

Für den Fall einer Häufung technisch gleichartiger Betriebsmittel wird darauf hingewiesen, dass es beim Betrieb mehrerer technisch gleichartiger Betriebsmittel in einer *Anlage des Netzbenutzers* trotz Erfüllung betreffender Europeanormen und darauf basierender **CE** - Kennzeichnung für das einzelne Betriebsmittel zu unzulässigen *Netzurückwirkungen* kommen kann, welche die Vornahme von Abhilfemaßnahmen durch den Verursacher erforderlich machen können. Im Zweifelsfalle ist daher ebenfalls das „Datenblatt zur Beurteilung von Netzurückwirkungen“ (Anhang C zu TOR Hauptabschnitt D2) auszufüllen und mit der Netzanschlussanfrage an den *Netzbetreiber* zur Beurteilung zu übergeben.

Netzbenutzer, die an die *Spannungsqualität* für die Versorgung von empfindlichen elektronischen Betriebsmitteln, wie z.B. EDV-Anlagen, Einrichtungen mit Mikroprozessorsteuerung, sicherheitstechnische Einrichtungen, elektroakustische oder medizinische Geräte, erhöhte Anforderungen

stellen, müssen auf eigene Kosten geeignete Vorsorgemaßnahmen (z.B. Einbau von Filtern, Spannungskonstanthaltern oder unterbrechungsfreie Stromversorgungs(USV)-Anlagen) treffen. Betreffend Abhilfemaßnahmen bei unzulässigen *Netzurückwirkungen* wird darauf hingewiesen, dass beim Auftreten unzulässiger *Netzurückwirkungen* durch den Einsatz von Betriebsmitteln geeignete Abhilfemaßnahmen am Betriebsmittel oder auf der Netzseite zu setzen sind. Bei nachweislich unzulässigen *Netzurückwirkungen* kann der *Netzbetreiber* vom verursachenden *Netzbenutzer* die Vornahme von Schutzvorkehrungen verlangen oder nach Verständigung des verursachenden *Netzbenutzers* selbst vornehmen. In beiden Fällen gehen derartige Kosten zu Lasten des verursachenden Netzbenutzers.

Als Grundlage für die Festlegung der in diesem Hauptabschnitt genannten *Grenzwerte* wurde auf folgende ÖVE/ÖNORM bzw. TOR Bezug genommen:

- **ÖVE/ÖNORM EN 61000-3-2 [1]** und **ÖVE/ÖNORM EN 61000-3-3 [2]**, welche die Rückwirkungen auf Stromversorgungsnetze durch Geräte mit einem Eingangsstrom ≤ 16 A je Leiter begrenzen.
- **TOR Hauptabschnitt D2 – „Richtlinie für die Beurteilung von Netzurückwirkungen“**
- **TOR Hauptabschnitt D3 – „Tonfrequenz-Rundsteuerung; Empfehlung zur Vermeidung unzulässiger Rückwirkungen“**

Die in diesem Hauptabschnitt angeführten, „maximal zulässigen Werte“ beruhen allein auf Netzurückwirkungsbetrachtungen an der Bezugsimpedanz gemäß ÖVE/ÖNORM EN 61000-3-3 [2] und nehmen keine Rücksicht auf die Übertragungsfähigkeit der Installation. Für einen ordnungsgemäßen Betrieb, vor allem von Betriebsmitteln höherer *Leistung*, sind daher unbedingt auch die erforderlichen Installationsfestlegungen einzuhalten.

Entsprechend der Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über elektromagnetische Verträglichkeit (EMVV 1995, BGBl 4/1996) kann bei Betriebsmitteln, welche das ÖVE-Zeichen zu Recht tragen, davon ausgegangen werden, dass auch die Bestimmungen der ÖVE/ÖNORM EN 61000-3-2 [1] bzw. ÖVE/ÖNORM EN 61000-3-3 [2] eingehalten sind.

Seit 2. Jänner 1997 müssen alle in Verkehr zu bringenden elektrischen Betriebsmittel auf Basis der entsprechenden Richtlinien der EU und der hiezu verfügbaren Europanormen die **CE**-Kennzeichnung tragen. Diese Kennzeichnung ist ein Verwaltungszeichen für das Inverkehrbringen von Betriebsmitteln und besagt, dass der Hersteller die Einhaltung der Anforderungen aller einschlägigen EU-Richtlinien deklariert.

Anmerkung: Im Hinblick auf Rückwirkungen auf das Verteilernetz sind folgende Europeanormen vorrangig von Bedeutung:

- **ÖVE/ÖNORM EN 61000-3-2: 2002:** *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV); Teil 3-2: Grenzwerte – Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräte-Eingangsstrom ≤ 16 A je Leiter) [1]*
- **ÖVE/ÖNORM EN 61000-3-3+A1: 2002:** *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV); Teil 3-3: Grenzwerte – Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen für Geräte mit einem Bemessungsstrom ≤ 16 A je Leiter, die keiner Sonderanschlussbedingung unterliegen [2]*

Ergänzend dazu hat das Europäische Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) auch für Geräte mit einem Bemessungsstrom bis 75 A Europeanormen erstellt:

- **ÖVE/ÖNORM EN 61000-3-11: 2001:** *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Teil 3-11: Grenzwerte – Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen – Geräte und Einrichtungen mit einem Bemessungsstrom ≤ 75 A, die einer Sonderanschlussbedingung unterliegen [3]*
- **prEN 61000-3-12: 2003:** *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-12: Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current < 75 A per phase and subject to restricted connection (IEC 77A/426/CDV) [11]*
(Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 3-12: Grenzwerte – Grenzwerte für Oberschwingungsströme von Betriebsmitteln mit einem Bemessungsstrom < 75 A je Leiter, die einer Sonderanschlussbedingung unterliegen.)

Anmerkung: Betriebsmittel, die nach diesen Normen geprüft sind, halten die dort genannten Grenzwerte für Oberschwingungen, Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker unter festgelegten Bedingungen ein. Die Beurteilung der Anschließbarkeit solcher Betriebsmittel durch den Netzbetreiber wird dadurch wesentlich erleichtert, da es nicht notwendig ist, auf Grund der technischen Daten sowie der Funktions- und Betriebsweise des Betriebsmittels die zu erwartenden Netzurückwirkungen zu ermitteln. In der Regel braucht der Netzbetreiber nur zu prüfen, ob am vorgesehenen Verknüpfungspunkt die vom Hersteller genannten Mindestbedingungen für die Netzverhältnisse (Netzimpedanz bzw. Netzkurzschlussleistung) eingehalten sind.

Anmerkungen

Für Erzeugungsanlagen ist vor einer Detail-Planung eine Anfrage beim Netzbetreiber unerlässlich.

Der Bemessungsstrom geht aus dem Typenschild hervor.

Die Übereinstimmung mit den genannten Europeanormen ist aus der Gerätedokumentation ersichtlich.

Im vorliegenden Hauptabschnitt sind enthalten:

- Betriebsmittel der Leistungselektronik
- Elektrische Lichanlagen
- Elektrowärmegeräte
- Elektrische Antriebe
- Elektroschweißanlagen

Im Allgemeinen handelt es sich um Leistungsgrenzwerte; nur bei elektrischen Antrieben findet man auch Grenzwerte für den Anlaufstrom.

Bei einer Häufung mehrerer, technisch gleichartiger Betriebsmittel in einer Anlage des Netzbenutzers ist **Pkt. 1.2** zu beachten.

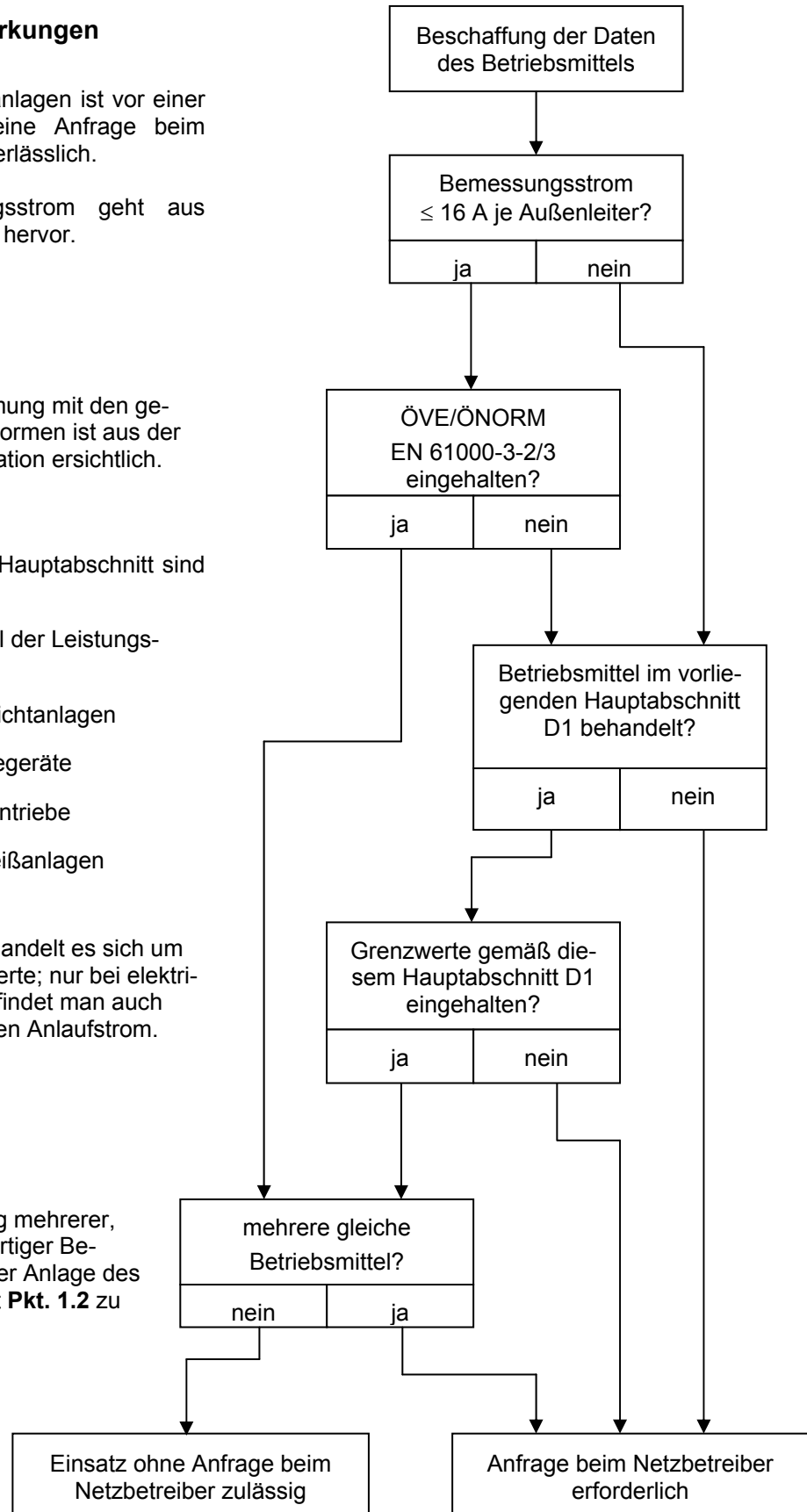


Diagramm 1-1: Beurteilungsschema für den Einsatz von Betriebsmitteln im Hinblick auf die Sicherstellung elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV)

2. Betriebsmittel mit Komponenten der Leistungselektronik

2.1 Allgemeines

Betriebsmittel mit Komponenten der Leistungselektronik erzeugen in der Regel *Netzurückwirkungen*, insbesondere in Form von *Oberschwingungen*, *Kommutierungseinbrüchen* und *Spannungsänderungen*, welche die *Spannungsqualität* im Netz und dadurch über das gemeinsame Stromversorgungsnetz die Funktion anderer Betriebsmittel nachteilig beeinflussen können.

Erzeuger von *Oberschwingungen* und *Kommutierungseinbrüchen* sind vornehmlich solche Betriebsmittel, in denen entweder durch Gleichrichtung oder durch Phasenanschnittsteuerung eine Umformung der elektrischen Energie erfolgt. Dazu gehören u.a. Betriebsmittel wie Schweißstromquellen mit Umrichter, stromrichtergespeiste Gleich- und Drehstromantriebe, konventionelle und getaktete Netzteile, (Kompakt-)Leuchtstofflampen mit elektronischem Vorschaltgerät und Helligkeitssteuergeräte (Dimmer).

Spannungsänderungen werden durch Betriebsmittel mit schwankender Stromaufnahme verursacht und können je nach Häufigkeit und Amplitude störende Helligkeitsschwankungen bei Lichtenanlagen (*Flicker*) bewirken. Zu den Verursachern von *Spannungsänderungen* zählen vornehmlich solche Betriebsmittel, bei denen zur Leistungssteuerung das Verfahren der Schwingungspaketsteuerung angewendet wird, wie z.B. Raumheizgeräte, Durchlauferhitzer oder Kochplatten.

2.2 Allgemeine Betriebsmittelfestlegungen

Der Anschluss bzw. Einsatz von Betriebsmitteln, die aus einer Kombination verschiedener Baugruppen bestehen, ist ohne Anfrage beim zuständigen *Netzbetreiber* zulässig, wenn die Einzelleistungen der unabhängig voneinander steuerbaren Baugruppen die angegebenen Leistungsgrenzwerte nicht überschreiten (siehe auch **Diagramm 1-1**). Als Beispiel für Betriebsmittel mit Phasenanschnittsteuerung seien hier die Antriebsmotoren für Wäschetrommel und Schleuder in einer Wasch-Schleuder-Kombination angeführt, während die einzelnen Kochplatten eines Herdes ein Beispiel für ein Betriebsmittel mit Schwingungspaketsteuerung darstellen.

Schaltungen, die eine Gleichstromkomponente verursachen, wie z.B. Einweggleichrichter, halbgesteuerte Brückenschaltungen und Mittelpunktsschaltungen, dürfen in der Regel nicht angewendet werden.

2.3 Leistungsgrenzwerte

Die hier angeführten Werte beziehen sich auf die Leistungsaufnahme bei Vollaussteuerung.

2.3.1 Leistungsgrenzwerte bezüglich Oberschwingungen

Hinsichtlich *Oberschwingungen* durch Gleichrichtung oder Phasenanschnittsteuerung dürfen Betriebsmittel bis zu den in **Tabelle 2-1** angeführten Leistungswerten ohne Anfrage beim *Netzbetreiber* eingesetzt werden.

Anschlussart	Maximal zulässige Leistung
L – N	1,3 kVA
L – L	1,9 kVA
L – L – L (– N)	3,8 kVA

Tabelle 2-1

2.3.2 Leistungsgrenzwerte bezüglich Spannungsänderungen

Hinsichtlich *Spannungsänderungen* durch Schwingungspaket- oder Thermostatsteuerung dürfen Betriebsmittel bis zu den in **Tabelle 2-2** für einige ausgewählte *Wiederholraten* r angegebenen Leistungswerten ohne Anfrage beim *Netzbetreiber* eingesetzt werden.

- (1) Bei regelmäßigen Vorgängen ergibt sich die *Wiederholrate* r aus der Anzahl der *Spannungsänderungen*, die in einem Zeitintervall von 1 Minute auftreten. Dabei sind sowohl Ein- als auch Ausschaltvorgänge zu berücksichtigen. Ein Spannungseinbruch besteht also aus zwei Spannungsänderungen.
- (2) Bei unregelmäßigen Vorgängen ist für die *Wiederholrate* r ein repräsentativer Wert für die Anzahl der Ein- und Ausschaltungen je Minute einzusetzen. Diesen erhält man, wenn man aus der Summe der Schaltvorgänge in einem Zweistundenintervall mit hoher Benutzungshäufigkeit die mittlere Schalthäufigkeit je Minute berechnet.

Wiederholrate r [1/min]	Anschlussart		
	L – N	L – L	L – L – L (– N)
$500 < r \leq 1000$	0,4 kW	1,0 kW	2,0 kW
$100 < r \leq 500$	0,6 kW	1,5 kW	3,2 kW
$50 < r \leq 100$	1,0 kW	2,4 kW	4,8 kW
$10 < r \leq 50$	1,2 kW	2,9 kW	5,8 kW
$5 < r \leq 10$	1,7 kW	4,3 kW	8,7 kW
$2 < r \leq 5$	2,3 kW	5,6 kW	11,3 kW
$1 \leq r \leq 2$	2,9 kW	7,3 kW	14,7 kW
$r < 1$	4,0 kW	10,0 kW	20,0 kW

Tabelle 2-2

Der Einsatz von Betriebsmitteln, deren *Leistung* die in **Tabelle 2-1** und **Tabelle 2-2** genannten *Grenzwerte* übersteigt, ist im Hinblick auf die Sicherstellung der EMV – unabhängig von einer allenfalls aus anderen Gründen erforderlichen Anschlussanfrage – an eine Zustimmung durch den *Netzbetreiber* gebunden (siehe **Pkt. 1.2**).

3. Elektrische Lichtanlagen

3.1 Allgemeines über Entladungslampen

Für allgemeine Beleuchtungszwecke werden neben Glühlampen mit oder ohne Halogenzusatz vornehmlich Entladungslampen eingesetzt.

Entladungslampen sind Lichtquellen, in denen elektrische Entladungen feste, flüssige oder gasförmige Stoffe unmittelbar oder mittelbar zum Leuchten bringen. Sie können einen fluoreszierenden Belag aus Leuchtstoff enthalten, der die Ultraviolettstrahlung in sichtbares Licht umwandelt. Je nach Höhe des Betriebsdruckes unterscheidet man zwischen Nieder- und Hochdrucklampen. Folgende Entladungslampen sind in der Praxis von Bedeutung:

- (1) **Leuchtröhren** (Neonröhren) sind Entladungslampen mit oder ohne fluoreszierendem Innenbelag, deren Elektroden während des Einschaltvorganges ohne Fremdbeheizung Elektronen abgeben. Diese Leuchtröhren haben eine Niederdruckfüllung mit Edelgas und können zusätzlich Quecksilberdampf enthalten. Leuchtröhren finden vor allem in der Lichtwerbung Anwendung.
- (2) **Leuchtstofflampen** sind Entladungslampen mit fluoreszierendem Innenbelag, deren Elektroden beim Einschaltvorgang zur Absenkung der Zündspannung vorgeheizt werden. Diese Leuchtstofflampen haben eine Niederdruckfüllung mit einem Gemisch aus Edelgas und Quecksilberdampf. Leuchtstofflampen können auch als Kompakt-Leuchtstofflampen (Energiesparlampen) ausgeführt sein. Diese finden in der Ausführung mit Schraubsockel als Ersatz von Glühlampen Verwendung.
- (3) **Natriumdampf-Niederdrucklampen** sind Entladungslampen, die in der Regel aus einem U-förmig gebogenen Entladungsrohr bestehen, in dem sich eine Füllung aus Edelgas und metallischem Natrium befindet. Zur Wärmeisolation befindet sich das Entladungsrohr in einem hochevakuierten Lampenkolben mit einem Innenbelag zur Wärmereflexion. Diese Lampen besitzen von allen Entladungslampen die höchste Lichtausbeute, bewirken jedoch Farbverfälschungen. Der Hauptanwendungsbereich liegt in der Straßenbeleuchtung.
- (4) **Hochdrucklampen**, wie z. B. Quecksilberdampf-, Natriumdampf-Hochdrucklampen und Halogen-Metallampflampen, sind Entladungslampen mit einem Entladungsrohr, das sich in einem Glaskolben mit oder ohne fluoreszierendem Innenbelag befindet. Je nach Art der Lampe enthält das Entladungsrohr neben einem Edelgas und Quecksilber noch Natrium oder Halogenverbindungen.

Im Gegensatz zu Niederdrucklampen können Hochdrucklampen nach einer Stromunterbrechung von mehr als 10 ms in der Regel erst nach einer Abkühlphase von einigen Minuten wieder gezündet werden. Bei Halogen-Metallampflampen und Natrium-Hochdruck-

lampen ist eine Zündung im betriebswarmen Zustand mit speziellen Zündgeräten und bei besonderer Bauart der Lampe möglich.

Vorschaltgeräte haben in Verbindung mit Entladungslampen in erster Linie die Aufgabe, den Betriebsstrom zu begrenzen:

- (1) **Konventionelle Vorschaltgeräte (KVG)** begrenzen mit Drosselspulen, Transformatoren, Kondensatoren, Widerständen oder deren Kombination den netzfrequenten (50-Hz-)Betriebsstrom.
- (2) **Elektronische Vorschaltgeräte (EVG)** erzeugen aus dem netzfrequenten Wechselstrom über Gleichrichter- und Wechselrichterschaltungen einen Wechselstrom, dessen Frequenz über der oberen Hörgrenze (> 20 kHz) liegt, als Betriebsstrom der Lampe. Darüber hinaus können EVG die Möglichkeit beinhalten, die Helligkeit von Leuchtstofflampen zu steuern.

3.2 Leistungsgrenzwerte

Hinsichtlich Sicherstellung der EMV können je *Anlage des Netzbenutzers* Lichtanlagen bis zu den nachstehenden Leistungswerten ohne Anfrage beim *Netzbetreiber* angeschlossen werden.

Anmerkung: Bei Lichtanlagen mit Helligkeitssteuerung beziehen sich die angegebenen Werte auf die Leistungsaufnahme bei Vollaussteuerung.

Glühlampen und Halogenglühlampen (Halogenlampen)

- | | | |
|---|---------|-----------------|
| - ohne elektronische Helligkeitssteuerung | 12,0 kW | je Anlage |
| (maximal | 4,0 kW | je Außenleiter) |
| - mit elektronischer Helligkeitssteuerung | 1,8 kW | je Anlage |

Leuchtstofflampen einschließlich Kompaktleuchtstofflampen (Sparlampen)

- | | | |
|-------------------|---------|-----------|
| Leuchtstofflampen | 5,00 kW | je Anlage |
|-------------------|---------|-----------|

Für einen weitgehend flackerfreien Betrieb von Leuchtstofflampen bei stark reduzierter Helligkeit sind spezielle Ausführungsformen sowohl für die Lampen als auch für die Vorschaltgeräte erforderlich.

Lichtorgeln

- | | | |
|-------------|--------|-----------------|
| Lichtorgeln | 1,8 kW | je Anlage |
| (maximal | 0,6 kW | je Außenleiter) |

Der Einsatz von Lichtanlagen, die hier nicht behandelt sind oder deren Anschlussleistung über die hier angeführten Leistungsgrenzen hinausgeht, ist im Hinblick auf die Sicherstellung der EMV – unabhängig von einer allenfalls aus anderen Gründen erforderlichen Anschlussanfrage – an eine Zustimmung durch den *Netzbetreiber* gebunden (siehe **Pkt. 1.2.**).

3.3 Allgemeine Einsatzbedingungen

Sind in einer *Anlage des Netzbenutzers* mehrere Stromkreise erforderlich, so ist die Belastung möglichst gleichmäßig auf die drei Außenleiter aufzuteilen.

Bei der Bemessung der Leiterquerschnitte für Anlagen mit Entladungslampen sind der Blindstromanteil und der Oberschwingungsgehalt des Stromes zu berücksichtigen. In Drehstromanlagen muss daher der Neutralleiter bzw. der PEN-Leiter zumindest querschnittsgleich zu den Außenleitern bemessen werden (Mindestquerschnitte laut ÖVE EN 1 bzw. ÖVE/ÖNORM E 8001 sind jedoch einzuhalten).

Um unzulässige Resonanzerscheinungen bei Oberschwingungsfrequenzen oder unzulässige Beeinflussungen der Tonfrequenzrundsteuerung (TRA) zu vermeiden, ist in Netzen mit einer TRA, welche mit einer Frequenz > 300 Hz betrieben wird, die Einzelkompensation von Entladungslampen durch Parallelschalten von Kondensatoren an eine Zustimmung des *Netzbetreibers* gebunden.

4. Elektrowärmegeräte

4.1 Allgemeines

Der Begriff Elektrowärmegeräte im Sinne dieses Kapitels umfasst nicht nur jene Geräte, in denen ausschließlich elektrische Energie in Wärme umgewandelt wird, sondern auch solche, in denen durch Anwendung eines sogenannten thermodynamischen Kreisprozesses zusätzlich Energie aus der Umwelt herangezogen wird.

Die erste Gruppe ist dadurch gekennzeichnet, dass die Wärme durch den Stromfluss in Heizelementen mit ohmscher Charakteristik direkt erzeugt wird. Dazu gehören Geräte, wie z.B. Kochplatten, Bügeleisen, Durchlauferhitzer, elektrische Raumheizungen mit oder ohne Wärmespeicher sowie elektrische Warmwasserbereiter.

Das Hauptmerkmal der zweiten Gerätegruppe ist, dass durch Zufuhr von mechanischer Arbeit mit einem Motorverdichter Wärmeenergie von einem tieferen Temperaturniveau auf ein höheres gebracht wird. Nach diesem Prinzip funktionieren z.B. Wärmepumpen, Kühlschränke, Gefriertruhen und Klimageräte.

Hinsichtlich der Beurteilung von *Netzurückwirkungen* unterscheiden sich die beiden Gerätegruppen sehr wesentlich.

Geräte mit ohmscher Wärmeerzeugung belasten das Netz nur entsprechend ihrer Bemessungsleistung, wobei eine allenfalls vorhandene Schwingungspaketsteuerung zu berücksichtigen ist. Für die Steuerung von Heizleistungen über 200 W, z.B. bei Herden und Öfen, darf die Phasenanschnittsteuerung nicht angewendet werden.

Bei Geräten mit Motorverdichtern ist in der Regel der hohe Strom beim Anlauf, der um ein Vielfaches über dem Bemessungsstrom des Motors liegen kann, maßgebend. Hingegen wird bei Geräten, die über Umrichterantriebe stufenlos regelbar sind (z.B. Klimageräte) die Zulässigkeit des Einsatzes durch die Oberschwingungsströme bestimmt.

4.2 Grenzwerte für die Leistung bzw. den Anlaufstrom

Für Betriebsmittel mit ohmscher Wärmeerzeugung ist hinsichtlich Sicherstellung der EMV bis zu den in **Pkt. 2.3.2 (Tabelle 2-2)** genannten Leistungswerten keine Beurteilung durch den *Netzbetreiber* erforderlich.

- (1) Für **Betriebsmittel mit geringer Schalthäufigkeit** ($r < 1/\text{min}$, z.B. thermostatgesteuerte Geräte) ergeben sich daraus die Leistungsgrenzwerte gemäß **Tabelle 4-1**.

Anschlussart	Maximal zulässige Leistung
L – N	4 kW
L – L	10 kW
L – L – L (– N)	20 kW

Tabelle 4-1

- (2) Bei **Elektrowärmegeräten mit höherer Schalthäufigkeit** (z.B. Schwingungspaketsteuerung) gilt **Tabelle 2-2** in **Pkt. 2.3.2**, wobei die *Wiederholrate* r zu berücksichtigen ist.
- (3) Bei **Stufenregelung der Heizleistung** ist in den einzelnen Schaltstufen unter Berücksichtigung der Schalthäufigkeit (*Wiederholrate*) und der Anschlussart auf die Einhaltung der Leistungsgrenzwerte nach **Pkt. 2.3.2** zu achten.

Für Geräte mit Motorverdichter ist hinsichtlich Sicherstellung der EMV bis zu den in **Pkt. 5.2** genannten *Grenzwerten* keine Beurteilung durch *Netzbetreiber* erforderlich.

- (1) Für Wärmepumpen, Kältemaschinen oder Klimageräte mit Schalthäufigkeiten (*Wiederholraten*) bis zu 1 pro Stunde ergeben sich daraus die Grenzwerte für den Anlaufstrom gemäß **Tabelle 4-2**.

Anschlussart	Maximal zulässiger Anlaufstrom
L – N	24 A
L – L – L (– N)	41 A

Tabelle 4-2

- (2) Bei Geräten mit höherer Schalthäufigkeit gilt **Tabelle 5-2** in **Pkt. 5.2.2**, wobei die *Wiederholrate* r zu berücksichtigen ist.
- (3) Klimageräte mit Umrichterantrieb sind nach **Pkt. 5.2.1** zu beurteilen.

Der Einsatz von Elektrowärmegeräten, deren *Leistung* bzw. *Anlaufstrom* über die hier angeführten *Grenzwerte* hinausgeht, ist im Hinblick auf die Sicherstellung der EMV – unabhängig von einer allenfalls aus anderen Gründen erforderlichen Anschlussanfrage – an eine Zustimmung durch den *Netzbetreiber* gebunden (siehe **Pkt. 1.2**).

4.3 Allgemeine Einsatzbedingungen

Beim Einsatz mehrerer Wechselstromgeräte in einer *Anlage des Netzbenutzers* mit Drehstromversorgung ist eine gleichmäßige Aufteilung der Belastung auf die Außenleiter anzustreben. Der Belastungsunterschied zwischen zwei Phasen darf nicht mehr als 4 kW betragen.

4.4 Elektrowärmegeräte zur Brauchwasserbereitung

Für **Durchlauferhitzer** mit einer *Leistung* bis zu den in der **Tabelle 4-1** angegebenen Werten ist im Hinblick auf die Sicherstellung der EMV keine Beurteilung durch den *Netzbetreiber* erforderlich.

Heißwasserspeicher, die einzeln oder zusammengenommen eine Leistungsaufnahme von mehr als 20 kW je *Anlage des Netzbenutzers* aufweisen, dürfen nur in Drehstromgruppen von höchstens 20 kW mit einer Verzögerung von mindestens je 1 Minute eingeschaltet werden. Der *Netzbetreiber* kann höhere Stufenleistungen und kürzere Verzögerungszeiten zulassen.

4.5 Speicherheizgeräte

Speicherheizgeräte, die einzeln oder zusammengenommen eine Leistungsaufnahme von mehr als 20 kW je *Anlage des Netzbenutzers* aufweisen, dürfen nur in Drehstromgruppen von höchstens 20 kW mit einer Verzögerung von mindestens je 1 Minute eingeschaltet werden. Der *Netzbetreiber* kann höhere Stufenleistungen und kürzere Verzögerungszeiten zulassen.

5. Elektrische Antriebe

5.1 Allgemeines

Elektrische Antriebe bestehen im Wesentlichen aus einem Motor, der entweder direkt oder je nach Anforderung über eine Einrichtung zum Sanftanlauf oder zur Drehzahlsteuerung am elektrischen *Verteilernetz* angeschlossen ist.

Motoren

Die überwiegende Anzahl der Antriebsaufgaben wird heute mit Hilfe folgender Arten von Elektromotoren gelöst:

(1) **Universalmotor**

Der Universalmotor gehört zu den Wechselstrom-Kommutatormotoren und ist ähnlich aufgebaut wie der Gleichstrom-Reihenschlussmotor. Er kann daher sowohl an Wechsel- als auch an Gleichspannung betrieben werden. Für seine breite Anwendung sind das große Anzugsmoment, die hohe Überlastbarkeit und die über die Spannungshöhe einfach durchführbare Drehzahlsteuerung ausschlaggebend. Das Anwendungsgebiet des Universalmotors erstreckt sich vor allem auf Antriebe für tragbare Elektrowerkzeuge und Haushaltsgeräte.

(2) **Kondensatormotor**

Der Kondensatormotor ist ein Wechselstrom-Asynchronmotor mit Kurzschlussläufer und zusätzlicher Hilfswicklung, zu der ein Kondensator in Reihe liegt. Man unterscheidet zwischen Motoren mit Anlaufkondensator, wenn der Kondensator nach dem Hochlaufen z.B. mittels Fliehkraftschalter abgeschaltet wird, und solchen mit Betriebskondensator, wenn dieser auch im Betrieb eingeschaltet bleibt. Beim Doppelkondensatormotor wird nur ein Teil der Kapazität abgeschaltet, wodurch sich ein besonders günstiger Momentenverlauf beim Hochlaufen sowie im Betrieb ergibt. Im Gegensatz zum Universalmotor hat der Kondensatormotor den Vorzug, dass er praktisch wartungsfrei ist. Er findet überall dort Anwendung, wo keine Drehzahlsteuerung und auf Grund der *Leistung* kein Drehstromanschluss erforderlich ist, wie z.B. bei Waschmaschinen, Kühlschränken, Tischkreissägen, Hobel-, Schleif- und Tischbohrmaschinen.

(3) **Drehstrom-Asynchronmotor mit Käfigläufer**

Wegen seines einfachen Aufbaus, seiner Robustheit und des geringen Wartungsbedarfs ist der Drehstrom-Asynchronmotor in den Bereichen Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft weit verbreitet. Er wird vor allem bei leistungsstarken Antrieben, für die keine Drehzahlsteuerung erforderlich ist, eingesetzt. Durch die ständig fortschreitende Entwicklung der Leistungselektronik findet jedoch der Drehstrom-Asynchronmotor we-

gen seiner Vorteile gegenüber dem Gleichstrommotor in zunehmendem Maß auch bei drehzahlvariablen Antrieben Anwendung.

(4) **Gleichstrom-Nebenschlussmotor**

Der Gleichstrommotor zeichnet sich vor allem durch die einfache Steuerbarkeit der Drehzahl und den großen Bereich aus, in dem die Drehzahl in beiden Richtungen geändert werden kann. Bei Anwendungen, die einen drehzahlvariablen Antrieb verlangen, nimmt der Gleichstrommotor wegen des geringen Stromrichter- und Regelungsaufwandes vor allem bei Antrieben hoher *Leistung* einen besonderen Platz ein. Durch die Fortschritte auf dem Gebiet der Leistungselektronik wird jedoch der Gleichstrommotor immer häufiger durch den robusteren Drehstrom-Asynchronmotor verdrängt.

- (5) **Andere Arten von Motoren**, wie z.B. der Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifring- oder Stromverdrängungsläufer und der Synchronmotor, haben hinsichtlich der Einsatzhäufigkeit gegenüber den oben genannten nur eine untergeordnete Bedeutung.

Anlassen von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Käfigläufer

Die wesentlichen Anlassarten sind:

(1) **Direktanlauf**

Bei direkter Einschaltung kann der *Anlaufstrom* dem *Anzugsstrom* des Motors entsprechen, der bis zum 10fachen des Nennstromes betragen kann. **Aus diesem Grund ist der Direktanlauf vor allem bei Motoren mit höherer Leistung nicht an allen Punkten im Verteilernetz zulässig.** Der *Anlaufspitzenstrom* kann beim Einschalten des stillstehenden Motors sogar Werte bis zum 20fachen des Nennstromes erreichen.

(2) **Stern-Dreieck-Anlauf**

Die Stern-Dreieck-Schaltung stellt nur bei unbelastetem Motorhochlauf ein taugliches Mittel zur Reduzierung des Anlaufstromes dar. Dabei wird der *Anlaufstrom* theoretisch auf ein Drittel des *Anzugsstromes* herabgesetzt. Es ist darauf zu achten, dass die Umschaltung von Stern- auf Dreieckschaltung erst nach erfolgtem Hochlauf in Sternschaltung durchgeführt wird.

(3) **Elektrischer Sanftanlauf**

Über einen Drehstromsteller mit Phasenanschnittsteuerung wird die Motorspannung so verändert, dass ausgehend von einem Anfangswert, der ein sicheres Anlaufen gewährleistet, die Spannung auf die volle Netzspannung kontinuierlich ansteigt. Neben einer ruckfreien Beschleunigung bietet der Sanftanlauf den Vorteil, dass gegenüber der Direkteinschaltung der *Anlaufstrom* und damit auch die flickerwirksame Spannungsänderung erheblich geringer sind. Nach Beendigung des Hochlaufvorganges ist

der Drehstromsteller entweder voll ausgesteuert und kann bei Bedarf durch ein Schütz überbrückt werden oder er wird zusätzlich zur Optimierung der Leistungsaufnahme bei Teillast herangezogen. Manche Geräte bieten außerdem die Möglichkeit, den Motor beim Ausschalten sanft auslaufen zu lassen.

- (4) **Andere Anlassverfahren**, wie z.B. der Kurzschluss-Sanftanlauf (Kusa), der Sanftanlauf über Widerstandsstufen, die Anlasskupplung und der Anlasstransformator, bewirken zum Teil keine Reduzierung des *Anlaufstromes* und finden nur selten Verwendung.

Drehzahlvariable Antriebe

Alle Arten von Elektromotoren können mit mehr oder weniger Aufwand in der Drehzahl verändert werden. Neben dem stromrichter gespeisten Gleichstromantrieb gewinnen dabei die Umrichterantriebe mit Drehstrom-Asynchronmotoren immer mehr an Bedeutung.

- (1) **Stromrichtergespeister Gleichstromantrieb**

Über eine steuerbare Brückenschaltung wird aus der 50-Hz-Wechselspannung des *Verteilernetzes* eine variable Gleichspannung erzeugt, die über eine Glättungsdrossel einen Gleichstrommotor speist.

Wegen des weiten Steuerbereiches der Drehzahl, des geringen Stromrichteraufwands und der einfachen Regelung wird diese Antriebsart häufig eingesetzt.

- (2) **Umrichtergespeister Drehstromantrieb**

Dieser Antrieb ist dadurch gekennzeichnet, dass – nach einer Zwischenumformung der 50-Hz-Wechselspannung in Gleichspannung – ein Drehstromsystem mit variabler Amplitude und Frequenz erzeugt wird, das eine Drehstrom-Asynchronmaschine speist.

Man bezeichnet diese Antriebe daher auch als Zwischenkreis- oder Frequenz-Umrichterantriebe.

Trotz der aufwändigen Leistungselektronik gewinnt diese Antriebsart wegen der Vorteile des Drehstrommotors (geringer Anschaffungspreis und Wartungsbedarf, kleines Bauvolumen, hohe Robustheit) gegenüber dem Gleichstrommotor immer mehr Bedeutung.

- (3) **Andere Antriebsarten**, wie z.B. die untersynchrone Stromrichter-kaskade, der Direktumrichter und der Stromrichtermotor (Zwischenkreis-Umrichter mit Synchronmotor), werden vorwiegend bei industriellen Anwendungen mit hoher Leistung eingesetzt.

5.2 Grenzwerte für die Leistung bzw. den Anlaufstrom

Leistungsgrenzwerte für stromrichter gespeiste Antriebe

Hinsichtlich Sicherstellung der EMV ist der Einsatz von drehzahlvariablen Antrieben und Drehstrommotoren mit Teillastoptimierung bei Einhaltung der in **Tabelle 5-1** angegebenen Leistungsgrenzwerte ohne Anfrage beim *Netzbetreiber* zulässig.

Anschlussart	Maximal zulässige Leistung
L – N	1,3 kVA
L – L – L (– N)	3,8 kVA

Tabelle 5-1

Grenzwerte für den Anlaufstrom

Für die Beurteilung des Anlaufverhaltens von Motorantrieben gilt:

- (1) Motoren, deren **Anlaufstrom einschließlich allfälliger Anlaufvorrichtungen in Abhängigkeit von der Wiederholrate r** der Einschaltungen je Stunde die in **Tabelle 5-2** angegebenen Werte nicht überschreitet, dürfen hinsichtlich Sicherstellung der EMV ohne Anfrage beim *Netzbetreiber* eingesetzt werden (Bezogen auf den *Bemessungswert*).

Wiederholrate r [1/h]	Anschlussart	
	L – N	L – L – L (– N)
$r < 1$	24 A	41 A
$1 \leq r \leq 25$	20 A	33 A
$25 < r \leq 50$	16 A	26 A
$50 < r \leq 100$	12 A	21 A

Tabelle 5-2

- (2) Den Wert für die *Wiederholrate* r erhält man, wenn man aus der Summe der Einschaltungen in einem Zweistundenintervall mit hoher Benutzungshäufigkeit die mittlere Einschalthäufigkeit je Stunde berechnet.
- (3) **Motoren mit Direktanlauf** können bis zu den in **Tabelle 5-3** angegebenen Leistungswerten ohne Rückfrage beim *Netzbetreiber* eingesetzt werden (Bezogen auf den *Bemessungswert*).

Wiederholrate r [1/h]	Anschlussart	
	L – N	L – L – L (– N)
$r < 1$	1,1 kW	3,0 kW
$1 \leq r \leq 25$	0,75 kW	2,2 kW
$25 < r \leq 100$	0,55 kW	1,5 kW

Tabelle 5-3

- (4) **Der Stern-Dreieck-Anlauf** ist hinsichtlich der EMV nur für unbelasteten Hochlauf (z.B. Hobelmaschinen, Sägen, kuppelbare Antriebe) geeignet. Der *Anlaufstrom* in Sternschaltung erreicht das 2,5fache bis 3,5fache des Nennstromes und darf die Werte nach **Tabelle 5-2** nicht überschreiten.

Der Einsatz von Antrieben mit höherer *Leistung* bzw. höherem *Anlaufstrom*, als in den **Tabellen 5-1 bis 5-3** angeführt, ist im Hinblick auf die Sicherstellung der EMV unabhängig von einer allenfalls aus anderen Gründen erforderlichen Anschlussanfrage an eine Zustimmung durch den *Netzbetreiber* gebunden (siehe **Pkt. 1.2**).

5.3 Allgemeine Einsatzbedingungen

Bei Einsatz mehrerer Wechselstrommotoren in einer *Anlage des Netzbenutzers* mit Drehstromversorgung ist eine gleichmäßige Aufteilung der Belastung auf die Außenleiter anzustreben.

Die Entscheidung, welche Sonderausführungen von Motoren und Anlaufvorrichtungen in Betrieb genommen werden dürfen, hat im Einvernehmen mit dem *Netzbetreiber* zu erfolgen. Die Anlaufvorrichtungen der Motoren müssen so ausgelegt sein, dass ein zuverlässiges Hochlaufen gewährleistet ist.

6. Elektroschweißanlagen

6.1 Allgemeines

Nach der Art des Schweißverfahrens werden unterschieden:

- (1) **Lichtbogen-Schweißeinrichtungen** mit Schweißtransformatoren, Schweißgleichrichter und Schweißumformer.
- (2) **Widerstands-Schweißeinrichtungen**, wie z.B. Punkt-, Buckel-, Naht- und Stumpfschweißeinrichtungen.

Der Betrieb von Schweißeinrichtungen ist gekennzeichnet durch eine stark schwankende Leistungsaufnahme und je nach Bauart durch eine Belastung von nur zwei der drei Außenleiter des Drehstromsystems sowie durch hohen Blindstrombedarf. Die Rückwirkungen auf das *Verteilernetz* können unzulässige Beeinflussungen anderer Betriebsmittel (z.B. Helligkeitsschwankungen bei Lichtanlagen – *Flicker*) verursachen.

6.2 Einsatz von Schweißeinrichtungen

Hinsichtlich Sicherstellung der EMV ist der Einsatz von Schweißeinrichtungen (ausgenommen Schweißstromquellen mit Umrichter), deren Eingangshöchstleistung (höchste Scheinleistung beim Schweißvorgang) die Leistungswerte in **Tabelle 6-1** nicht übersteigt, ohne Anfrage beim *Netzbetreiber* zulässig.

Anschlussart	Eingangshöchstleistung
L – N	2 kVA
L – L	5 kVA
L – L – L (– N)	9 kVA

Tabelle 6-1

Schweißtransformatoren, die von der Anschlussart L – N auf L – L umschaltbar sind, erfüllen die Bedingungen in der Anschlussart L – N in der Regel nicht. Sie sind daher in der Stellung L – L zu betreiben.

Bei rotierenden Schweißumformern gelten für den *Anlaufstrom* bzw. für die *Leistung* die *Grenzwerte* gemäß **Tabellen 5-2** und **5-3**.

Für Schweißeinrichtungen mit Umrichter (Inverter-Schweißstromquellen) gelten die Leistungsgrenzwerte gemäß **Pkt. 2.3**.

Der Einsatz von Schweißeinrichtungen mit höherer Leistung als **Tabelle 6-1**, ist im Hinblick auf die Sicherstellung der EMV – unabhängig von einer allenfalls aus anderen Gründen erforderlichen Anschlussanfrage – an eine Zustimmung durch den *Netzbetreiber* gebunden (siehe **Pkt. 1.2**).

7. Leistungskondensatoren

Alle Einzelheiten für die Art, die Errichtung, die Inbetriebnahme und den Betrieb von Kondensatoranlagen sind im Einvernehmen mit dem *Netzbetreiber* festzulegen.

Leistungskondensatoren werden vornehmlich zur Kompensation des induktiven Blindleistungsbedarfs elektrischer Betriebsmittel oder zur Absaugung von Oberschwingungsströmen, die von Betriebsmitteln mit nichtlinearer Strom-Spannungs-Charakteristik erzeugt werden, installiert. Eine Verdrosselung der Kondensatoren oder die Vorschaltung eines Sperrkreises kann notwendig sein, um

- mögliche Resonanzerscheinungen bei Oberschwingungsfrequenzen zu vermeiden (siehe TOR Hauptabschnitt D2),
- Kondensatoren vor Zerstörung durch hohe Oberschwingungsströme zu schützen,
- unzulässige Rückwirkungen von Kondensatoren auf die Tonfrequenz-Rundsteuerung (TRA) zu vermeiden (siehe TOR Hauptabschnitt D2 und D3).

7.1 Kompensationsarten

Die Wahl der Kompensationsart (Einzel-, Gruppen- oder Zentralkompensation) hängt von den betrieblichen Gegebenheiten und Wirtschaftlichkeitsüberlegungen ab. In größeren *Anlagen des Netzbennutzers* können mehrere Kompensationsarten nebeneinander zur Anwendung kommen.

Einzelkompensation

Die Einzelkompensation wird vornehmlich bei Betriebsmitteln mit konstanter Leistungsaufnahme eingesetzt, die vorzugsweise im Dauerbetrieb arbeiten, wie z.B. größere Asynchronmotoren, Transformatoren und Schweißgleichrichter. Die Kondensatoren sind direkt mit den Klemmen des zu kompensierenden Betriebsmittels verbunden, so dass beide gemeinsam zu- und abgeschaltet werden (siehe **Pkt. 7.4**).

Die Einzelkompensation beseitigt die induktive Blindleistung unmittelbar am Entstehungsort und bietet insbesondere bei Betriebsmitteln höherer *Leistung* wirtschaftliche Vorteile, wie Herabsetzung der Leitungsverluste, verminderte Leiterquerschnitte und Wegfall von Schaltgeräten für die Kompensationsanlage.

Gruppenkompensation

Der Einsatz der Gruppenkompensation ist dann zweckmäßig, wenn der Blindleistungsbedarf mehrerer, meist örtlich beieinander liegender Betriebsmittel, wie z.B. mehrere kleinere Motoren in einer Werkstätte oder Leuchtstofflampen in einem Großkaufhaus, durch eine gemeinsame Kompensation gedeckt werden kann. Die erforderliche Kondensatorleistung ergibt sich aus der insgesamt zu kompensierenden Blindleistung unter Beachtung der Gleichzeitigkeit.

Häufig wird die Gruppenkompensation an einem Unterverteiler durchgeführt, wodurch zwar die vorgelagerte Installation vom Blindstrom weitestgehend entlastet wird, nicht aber die Leitungen von der Kompensation zu den nachgelagerten Betriebsmitteln.

Bei Gruppenkompensation ist ein schaltbarer Kondensator vorzusehen, der entweder der Gesamtheit der Betriebsmittel oder bei abwechselndem Betrieb den einzelnen Betriebsmitteln zugeordnet ist.

Zentralkompensation

Die Zentralkompensation wird vornehmlich bei größeren Anlagen mit ständig wechselnder Last eingesetzt. Dazu werden meist automatische Blindleistungs-Regelungen installiert, die entweder direkt dem Haupt- oder einem Unterverteiler zugeordnet sind.

Obwohl die Verbindungsleitungen zwischen dem Verteiler, an dem kompensiert wird, und den einzelnen Betriebsmitteln nicht vom Blindstrom entlastet werden, ist die Zentralkompensation im Vergleich zu den anderen Kompensationsarten in der Praxis meist wirtschaftlicher, da sie nur für die Summe des induktiven Blindleistungsbedarfs aller Betriebsmittel, unter Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors, auszulegen ist. Meist kann auch ein Teil des Kompensationsbedarfs durch eine Festkompensation abgedeckt werden.

7.2 Ausführungsformen von Kompensationen

Siehe auch TOR Hauptabschnitt D3 – „Tonfrequenz-Rundsteuerung; Empfehlung zur Vermeidung unzulässiger Rückwirkungen“.

Verdrosselte Kondensatoren (stark verstimmte Filter)

Um mögliche **Resonanzerscheinungen bei Oberschwingungsfrequenzen** zu vermeiden und so vor allem die Kondensatoren vor Zerstörung durch hohe Oberschwingungsströme zu schützen, ist Folgendes zu beachten.

- (1) Den Kondensatoren werden Drosseln vorgeschaltet, die in der Regel so ausgelegt werden, dass die Resonanzfrequenz des Reihenschwingkreises (Drossel + Kondensator) unter 250 Hz liegt.

- (2) Das Maß der Verdrosselung wird durch den Verdrosselungsgrad p (Verhältnis Drosselleistung zu Kondensatorleistung bei 50 Hz) in Prozent ausgedrückt.
- (3) Verdrosselte Kondensatoren nehmen nur einen geringen Teil der Oberschwingungsströme auf, während sich der Großteil im übrigen Netz verteilt. Verdrosselte Kondensatoren können - einen gleichen Verdrosselungsgrad p vorausgesetzt – problemlos parallel geschaltet werden und eignen sich daher sowohl für Einzelkompensation als auch als Regelstufen von Gruppen- und Zentralkompensationen.
- (4) Werden in den *Verteilernetzen* Tonfrequenz-Rundsteuerungs-Anlagen (TRA) betrieben, so werden je nach Steuerfrequenz Verdrosselungsgrade nach **Tabelle 7-1** vorgeschlagen.

Steuerfrequenz	Verdrosselungsgrad p
> 350 Hz	$\geq 5 \%$
350 bis 250 Hz	$\geq 7 \%$
< 250 Hz	$\geq 14 \%$ *)

*) oder – mit Zustimmung des *Netzbetreibers* – Kombinationen von Verdrosselung und Sperrkreisen oder Sonderschaltungen

Tabelle 7-1

- (5) Der Verdrosselungsgrad p ist bei Anlagen mit stark verstimmt Filterkreisen im Hinblick auf eine allfällige Beeinträchtigung der Rundsteuerung (TRA) mit dem *Netzbetreiber* abzustimmen.

Kondensatoren mit Sperrkreisen (siehe Kapitel 8)

Bei Gruppenkompensation und Tonfrequenz-Rundsteuerfrequenzen von weniger als 350 Hz kann der Einsatz einer Tonfrequenzsperr für die gesamte Kompensationsanlage günstiger sein als die Verdrosselung jeder einzelnen Kondensatorstufe.

Saugkreisanlagen (Anlagen mit abgestimmten Filterkreisen)

In *Anlagen des Netzbetreibers* mit starken Oberschwingungserzeugern (z.B. Stromrichter) werden **Saugkreise** eingesetzt, um das *Verteilernetz* und die *Anlage des Netzbetreibers* von unzulässig hohen Oberschwingungsströmen zu entlasten.

- (1) Saugkreisanlagen bestehen aus **Serienresonanzkreisen**, die z.B. auf die typischen Oberschwingungsfrequenzen von Stromrichtern (250 Hz, 350 Hz, 550 Hz und 650 Hz) abgestimmt sein können. Bei Betrieb von Lichtbogenöfen können auch Saugkreise für 100 Hz, 150 Hz und 200 Hz erforderlich sein.

- (2) Saugkreisanlagen leisten auch einen **Beitrag zur Kompensation** der 50-Hz-Grundschrwingungs-Blindleistung; eine Anpassung ist jedoch nur in beschränktem Ausmaß möglich.
- (3) Die Zuschaltung von Saugkreisen muss mit dem Filter der niedrigsten Frequenz beginnen und mit steigender Frequenz fortschreiten. Die Rückschaltung erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.
- (4) Je nach Lage einer vom *Verteilernetz* vorgegebenen allfälligen Rundsteuerfrequenz zu den ausgebauten Filterfrequenzen einer Saugkreisanlage kann die Vorschaltung von Tonfrequenzsperrern erforderlich werden.

Dynamische Kompensationsanlagen (statische Kompensation mit dynamischem Regelverhalten) sind Einrichtungen auf Stromrichterbasis, die eine sehr rasche Anpassung der Blindleistung an den momentanen Bedarf ermöglichen. Mit Hilfe solcher Anlagen kann der stark schwankende Blindleistungsbedarf, z.B. beim Betrieb von Punktschweißmaschinen oder Lichtbogenöfen, kompensiert werden. Gleichzeitig werden die von den Scheinleistungsschwankungen verursachten *Spannungsänderungen* und damit auch die Flickererscheinungen erheblich reduziert.

7.3 Allgemeine Einsatzbedingungen

Eine Überkompensation, insbesondere im Teillastbereich, ist wegen der damit verbundenen Spannungserhöhung zu vermeiden.

In Netzen mit Tonfrequenz-Rundsteueranlagen (TRA) werden gegebenenfalls Leistungskondensatoren nur mit entsprechenden Tonfrequenz-Sperreinrichtungen (Tonfrequenz-Sperrkreisen, Verdrosselung) zum Einsatz zugelassen (siehe **Kapitel 8**).

In Netzen, in denen der Einbau einer TRA mit einer bereits festgelegten Steuerfrequenz zu einem späteren Zeitpunkt vorgesehen ist, werden Leistungskondensatoren nur dann zum Einsatz zugelassen, wenn sich der *Netzbenutzer* schriftlich verpflichtet, spätestens bis zur Inbetriebnahme der TRA die Sperreinrichtungen nach Angabe des *Netzbetreibers* zu beschaffen und einzubauen (siehe **Pkt. 8.2**).

Das **Leistungsverhältnis der Kondensatoranlage zum einspeisenden Transformator** darf nur mit Zustimmung des *Netzbetreibers* geändert werden.

7.4 Bemessung und Aufstellung von Leistungskondensatoren

Die Bemessungsspannung von Kondensatoren ist so zu wählen, dass durch die im Betrieb auftretenden Spannungserhöhungen und Oberschwingungsströme keine wesentliche Verkürzung ihrer Lebensdauer erfolgt.

Bei verdrosselten Kondensatoren ist zusätzlich die Erhöhung der Kondensatorspannung gegenüber der Netzspannung zu berücksichtigen.

Bei Einzelkompensation von Drehstrom-Asynchronmotoren können der Motorleistung (*Bemessungswert*) in der Regel die in der **Tabelle 7-2** angeführten Kondensatorleistungen als Anhaltswerte zugeordnet werden.

Höhere Kondensatorleistungen, als in **Tabelle 7-2** angegeben, sind zu vermeiden, da es andernfalls nach dem Abschalten während des Auslaufens zu einer Selbsterregung mit Überspannungen an den Klemmen des Motors und des Kondensators kommen kann.

Motorleistung [kW]	Kondensatorleistung [kvar]
> 1 bis 4	etwa 55 % der Motorleistung
> 4 bis 5	2
> 5 bis 6	2,5
> 6 bis 8	3
> 8 bis 11	4
> 11 bis 14	5
> 14 bis 18	6
> 18 bis 22	8
> 22 bis 30	10
> 30	etwa 35 % der Motorleistung

Tabelle 7-2

7.5 Schaltgeräte für Kondensatoranlagen

Bei der Auswahl der Schaltgeräte sind sowohl die hohen Ströme und Schaltüberspannungen beim Einschalten als auch allfällige Schaltüberspannungen beim Ausschalten infolge von Rückzündungen bei langsamer Kontaktöffnung zu beachten.

Insbesondere bei größeren Kondensatorleistungen kann es notwendig werden, den hohen Einschaltstromstoß durch **Dämpfungsmittel** wie Widerstände und Drosseln oder Nullspannungsschalter zu vermindern. Durch den Einsatz von Schaltgeräten mit Vorwiderständen kann der Einschaltstromstoß etwa auf die Hälfte reduziert werden.

Bei Einzelkompensation darf kein Schaltgerät für den Kondensator verwendet werden. Dieser ist einschließlich einer allfälligen Tonfrequenz-Sperreinrichtung direkt mit den Klemmen des Betriebsmittels zu verbinden.

Anlagen zur Gruppen- oder Zentralkompensation sind über Sicherungstrenner oder Leistungsschalter anzuschließen. Sicherungen werden in der Praxis auf den 1,6fachen bis 2fachen und Leistungsschalter auf den 2fachen Wert des Bemessungsstromes der Kondensatoranlage ausgelegt.

Zur Beherrschung der Ein- und Ausschaltbeanspruchung bei hoher Schalzhäufigkeit sind verschweißssichere Schnellschaltgeräte (sogenannte Kondensatorschalter oder -schütze) vorzusehen.

7.6 Schutz von Kondensatoranlagen

Für den Schutz von Kondensatoranlagen bei Kurzschluss verwendet man meist Sicherungen (Betriebsklasse gL), die für den 1,6- bis 2fachen Wert des Bemessungsstromes der Kondensatoranlage auszulegen sind. Magnetische Schnellauslöser für Leistungsschalter müssen wegen der hohen Einschaltstromstöße auf den 9- bis 12fachen Wert des Bemessungsstromes eingestellt werden.

Für den Schutz gegen Überlastung empfiehlt sich die Verwendung von stromabhängig (thermisch) verzögerten Überstromrelais. Der Auslösestrom ist auf den 2fachen Wert des Bemessungsstromes der Kondensatoranlage einzustellen. Für den Kurzschlusschutz installierte Sicherungen bieten in der Regel keinen ausreichenden Schutz gegen Überstrom.

Für den Schutz gegen hohe Stromstöße bei Spannungswiederkehr nach kurzen Netzunterbrechungen wird empfohlen, Kondensatoranlagen – sofern das Schaltgerät dies nicht von selbst bewirkt – durch Nullspannungsauslöser (oder Unterspannungsauslöser) oder -relais auszuschalten. Die Wiedereinschaltung darf erst nach Entladung der Kondensatoren erfolgen. Blindleistungs-Regelungen besitzen im Allgemeinen serienmäßig eine derartige Schutzvorrichtung.

Bei Einzelkompensation von z.B. Transformatoren kann in der Regel der Nullspannungsauslöser entfallen. Bei Motoren hingegen kann ein solcher erforderlich sein, wobei außerdem das gemeinsame Schaltgerät bis zum Stillstand des Motors gegen Wiedereinschaltung zu sichern ist.

Für den Schutz gegen Überspannungen empfiehlt sich insbesondere bei großen zentralen Kompensationsanlagen die Verwendung von Überspannungsrelais. Diese werden so eingestellt, dass sie bei einer Spannungserhöhung über 10 % bis 15 % der Bemessungsspannung der Kondensatoren auslösen.

Das Nichtabschalten von Kondensatoren bei Schwachlast oder Resonanzerscheinungen kann zu Überspannungen führen, die nicht nur für die Kondensatoren, sondern auch für andere Betriebsmittel gefährlich sein können.

Für den Schutz gegen Übertemperatur bei Kondensatoranlagen mit Belüftungseinrichtungen ist eine Überwachung der Raumtemperatur, z.B. mittels Kontaktthermometer, vorzusehen. Die Einstellung erfolgt in der Regel so, dass bei Erreichen einer Temperatur von + 35 °C (Kondensatoren der Temperaturklasse 40) die Kondensatoranlage abgeschaltet wird.

7.7 Entladung von Kondensatoren

Der Entladung von Kondensatoren nach dem Ausschalten ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da Restladungen beim Wiedereinschalten zu hohen Ausgleichsströmen führen können. Auch im Hinblick auf die **Verhütung von Unfällen** ist es wichtig, dass Kondensatoren nach dem Abschalten innerhalb einer festgelegten Zeit über Entladevorrichtungen (ohmsche Widerstände oder Drosseln) sicher entladen werden.

Man unterscheidet zwischen Entladevorrichtungen, die dauernd mit dem Kondensator verbunden sind (**Dauerentladevorrichtungen**), und solchen, die beim Abschalten speziell in regelbaren Kompensationsanlagen zur schnelleren Entladung zugeschaltet werden (**Schnellentladevorrichtungen**).

Entladedrosseln besitzen einen geschlossenen Eisenkern ohne Luftspalt. Im Dauerbetrieb fließt daher entsprechend der Netzspannung nur ein kleiner Magnetisierungsstrom. Nach dem Abschalten geht die Drossel infolge der anliegenden Kondensatorspannung in die Sättigung und weist nur noch einen geringen Gleichstromwiderstand auf, über den der Kondensator sehr rasch entladen wird.

Hersteller von Kompensationskondensatoren bieten auch solche mit fest angeschlossenen Entladevorrichtungen an, mit denen Entladezeiten unter 0,2 s sichergestellt werden können.

Jeder Kondensator muss mit einer Entladevorrichtung versehen sein. Es ist sicherzustellen, dass diese nicht unbeabsichtigt oder zufällig vom Kondensator getrennt wird.

Bei der Einzelkompensation gelten fest angeschlossene Betriebsmittel, wie z.B. Motoren und Transformatoren, als Entladevorrichtung.

Entladedrosseln sind gegenüber Entladewiderständen zu bevorzugen, da sie eine kurze Entladezeit (< 1 s) bei relativ geringen Verlusten sicherstellen.

Die Entladevorrichtung sollte die Kondensatorspannung vom Scheitelwert der Netzspannung innerhalb einer Minute nach dem Abschalten (für Kondensatoren bis 690 V) auf < 50 V senken. Andernfalls ist ein Hinweisschild mit der Aufschrift: „Achtung! Entladezeit länger als 1 Minute“ erforderlich.

Trotz Entladevorrichtung sind vor dem Berühren des Kondensators alle Kondensatorklemmen untereinander und mit dem Gehäuse kurzzuschließen und zu erden.

8. Tonfrequenz-Sperreinrichtungen

Siehe auch Hauptabschnitt D3 der TOR „Tonfrequenz-Rundsteuerung; Empfehlung zur Vermeidung unzulässiger Rückwirkungen“.

8.1 Allgemeines

Von vielen *Netzbetreibern* werden Tonfrequenz-Rundsteuersysteme (TRA) zur zeitlich gesteuerten Freigabe bestimmter Betriebsmittelgruppen (z.B. Heißwasserspeicher, Speicherheizgeräte) betrieben. Dabei werden der Spannung des *Verteilernetzes* impulsförmige Steuersignale überlagert, deren Frequenz je nach verwendetem System derzeit im Bereich zwischen 110 Hz und 2000 Hz liegt. Die Funktion der TRA kann durch elektrische Betriebsmittel, die Störsignale im Bereich der Steuerfrequenz erzeugen oder für die Steuerfrequenz eine niedrige Impedanz darstellen, beeinträchtigt werden. Solche Betriebsmittel sind z.B.:

- Blindleistungs-Kompensationsanlagen,
- Entladungslampenanlagen,
- Stromrichtergeräte und –anlagen,
- Drehstrommaschinen hoher Leistung sowie
- Eigenerzeugungsanlagen.

Zum anderen kann die Funktion elektrischer Betriebsmittel, wie z.B.

- Helligkeitssteuerungen bei Lichtanlagen,
- Lautsprecheranlagen oder
- Geräte der Hi-Fi-Technik.

beeinträchtigt werden, wenn diese im Hinblick auf die Rundsteuersignale keine ausreichende Störfestigkeit aufweisen.

Störende Beeinflussungen können mit Hilfe von Tonfrequenz-Sperreinrichtungen, die in der Regel aus Drosseln, Reihen- und Parallelschwingkreisen sowie deren Kombination bestehen, unterdrückt werden. Diese Sperreinrichtungen verhindern weitestgehend die Weiterleitung sowohl von Signalen der TRA, als auch von tonfrequenten Störsignalen in unerwünschte Richtungen. So sollen z.B. Rundsteuersignale nicht zu Kondensatoren, die diese Signale schwächen, und tonfrequente Störsignale nicht zu den Tonfrequenz-Rundsteuerempfängern gelangen können.

8.2 Einbau von Tonfrequenz-Sperreinrichtungen

Der Betrieb der TRA darf durch *Anlagen des Netzbenutzers* nicht beeinträchtigt werden. Störende Betriebsmittel sind daher auf Verlangen des *Netzbetreibers* vom *Netzbenutzer* auf seine Kosten mit geeigneten Tonfrequenz-Sperreinrichtungen auszustatten.

Netzbenutzer, die an die Kurvenform der *Versorgungsspannung* über die in ÖVE/ÖNORM EN 50160 [5] beschriebenen Merkmale betreffend Signalspannungen hinaus erhöhte Anforderungen stellen, insbesondere im Hinblick auf mögliche Störungen durch Rundsteuersignale (z.B. Fernseh-, Rundfunk- und Tonstudios), müssen selbst, auf ihre Kosten und im technischen Einvernehmen mit dem *Netzbetreiber* für Abhilfemaßnahmen sorgen.

Art und Bemessung der einzubauenden Tonfrequenz-Sperreinrichtungen müssen jeweils beim *Netzbetreiber* erfragt werden.

Der Einbau der Tonfrequenz-Sperreinrichtung hat im Einvernehmen mit dem *Netzbetreiber* zu erfolgen. Insbesondere ist zu beachten, dass der störende Anlagenteil ohne diese Sperreinrichtung nicht betrieben werden darf (ausgenommen Notsituationen).

Ist seitens des *Netzbetreibers* der Einbau einer TRA mit einer bereits festgelegten Steuerfrequenz für einen späteren Zeitpunkt vorgesehen, dann sind spätestens bis zur Inbetriebnahme der TRA die Sperreinrichtungen nach Angabe des *Netzbetreibers* zu beschaffen und einzubauen (siehe **Pkt. 7.3**).

9. Informationsübertragung über das 50-Hz-Netz

9.1 Allgemeines

Bei der Informationsübertragung über 50-Hz-Anlagen ist

- hinsichtlich der angewandten Technologie zwischen
 - Schmalband-Powerline Communication (PLC) im Frequenzbereich 3 kHz bis 148,5 kHz
 - Breitband-Powerline Communication (PLT) im Frequenzbereich 1,6 MHz bis 30 MHz
- hinsichtlich des Übertragungsmediums zwischen
 - der *Anlage des Netzbenutzers* und
 - dem *Verteilernetz des Netzbetreibers*

zu unterscheiden.

Hauptzweck einer Elektroinstallation für 50 Hz ist die Versorgung mit elektrischer Energie dieser Frequenz, einschließlich des allfälligen Betriebs einer TRA.

Die Nutzung der **Anlage des Netzbenutzers** für Zwecke seiner Informationsübertragung mittels eines PLC- oder eines PLT-Systems ist **grundsätzlich zulässig, wobei die nachfolgend** angeführten Bedingungen zu beachten sind.

Beim Einsatz von PLC-/PLT-Anlagen können verschiedene Probleme entstehen, beispielsweise: Unverträglichkeit zwischen denselben,

- störende Beeinflussungen von anderen elektrischen Betriebsmitteln auf die PLC-/PLT-Anlage,
- störende Beeinflussungen von einer PLC-/PLT-Anlage auf andere elektrische Betriebsmittel sowie
- störende Beeinflussungen des öffentlichen *Verteilernetzes* bzw. in diesem betriebener TRA oder PLC-/PLT-Systeme.

Für den ordnungsgemäßen und störungsfreien Betrieb von PLC-/PLT-Anlagen in der *Anlage des Netzbenutzers* ist allein der Betreiber der PLC-/PLT-Anlagen verantwortlich.

Um störende Beeinflussungen zu vermeiden und zugleich die Schaltfreiheit des *Netzbetreibers* zu gewährleisten, gelten für den Betrieb solcher PLC-/PLT-Anlagen folgende Bedingungen:

- (1) **Die störende Beeinflussung von Betriebsmitteln anderer *Netzbenutzer* bzw. *Netzbetreiber* sowie des *Verteilernetzes* – einschließlich Tonfrequenz-**

- Rundsteuerungsanlagen (TRA) und PLC-/PLT-Anlagen der *Netzbetreiber* – ist unzulässig.**
- (2) **Der *Netzbetreiber* ist in keinem Falle für Funktionsstörungen verantwortlich, welche beim Betrieb solcher PLC-/PLT-Anlagen durch störende Beeinflussung zwischen denselben oder zwischen solchen und anderen elektrischen Betriebsmitteln auftreten können. Er ist, falls er dessentwegen von einem Dritten belangt wird, vom Betreiber einer solchen PLC-/PLT-Anlage schadlos und klaglos zu halten.**
 - (3) **Beim Auftreten störender Beeinflussungen hat der Betreiber** einer solchen PLC-/PLT-Anlage **für entsprechende Abhilfemaßnahmen zu sorgen** (z.B. durch Einbau von Filtern). Derartige Abhilfemaßnahmen sind so vorzunehmen, dass eine TRA- oder PLC-/PLT-Anlage des *Netzbetreibers* nicht beeinträchtigt wird.
 - (4) Für eine allfällige **unzulässige Minderung der *Spannungsqualität*** durch den Betrieb solcher PLC-/PLT-Anlagen einschließlich der eventuell erforderlichen Abhilfemaßnahmen **ist ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.**

***Verteilernetze* dürfen nur mit ausdrücklicher Zustimmung des *Netzbetreibers* zur Informationsübertragung benützt werden.**

9.2 Informationsübertragung in Anlagen des Netzbenutzers

Powerline Communication (PLC) in Anlagen des Netzbenutzers

Die Nutzung der Elektroinstallation in der *Anlage eines Netzbenutzers* für Informationsübertragungszwecke (z.B. innerhalb von Wohnungen, Geschäfts- und Industriegebäuden) mit einem schmalbandigen PLC-System im **Frequenzbereich ≥ 95 kHz** steht dem *Netzbenutzer* bei Erfüllung der Anforderungen der ÖVE/ÖNORM EN 50065 [13] grundsätzlich frei, wobei auf eine allfällige Störbeeinflussung auf eine TRA oder ein PLC-/PLT-System des *Netzbetreibers* zu achten ist.

Innerhalb der *Anlage eines Netzbenutzers* ist der Einsatz von Klasse-116-Geräten entsprechend ÖVE/ÖNORM EN 50065-1 für den allgemeinen Gebrauch ohne weiteres zulässig. Die Errichtung leistungsstärkerer Anlagen (laut ÖVE/ÖNORM EN 50065-1 für besondere Anwendungen, z.B. in Industriegebieten) sowie von Geräten für die fallweise Übertragung von Alarmsignalen im Frequenzbereich von 160 kHz bis 440 kHz ist formlos schriftlich an den zuständigen *Netzbetreiber* zu melden.

Breitband-Powerline Communication (PLT) in Anlagen des Netzbenutzers

Die Nutzung der Elektroinstallation in der *Anlage eines Netzbenutzers* für Informationsübertragungszwecke (z.B. innerhalb von Wohnungen, Geschäfts- und Industriegebäuden) mit einem Breitband-PLC-System (PLT) im **Frequenzbereich 1,6 MHz bis 30 MHz** steht dem *Netzbenutzer* bei Erfüllung bei Erfüllung der Schutzziele der EMV-Richtlinie 89/336/EEC bzw. EMVV 1995, BGBl 4/1996 (Anm.: Diese wird vom Hersteller oder dessen Beauftragten im EWR mittels Anbringung der **CE** - Kennzeichnung deklariert) grundsätzlich frei, wobei auf eine allfällige Störbeeinflussung auf eine TRA oder ein PLC-/PLT-System des *Netzbetreibers* zu achten ist.

Anhang A

Literatur

Die in diesem Hauptabschnitt D1 der technischen und organisatorischen Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen (TOR) verwendeten Literaturquellen sind im Teil A „Allgemeines, Begriffserklärungen, Quellenverweise“ der TOR gesammelt enthalten.