

ÖVE-EN 1 Teil 3 (§ 41)
Ausgabe 1995-03
ÖSTERREICHISCHE BESTIMMUNGEN
FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

Errichtung von Starkstromanlagen
mit Nennspannungen bis
~ 1 000 V und ~ 1 500 V

Beschaffenheit, Bemessung und
Verlegung von Leitungen und Kabeln
Bemessung von Leitungen
und Kabeln in mechanischer und
elektrischer Hinsicht

Überstromschutz

DK: 621.31.027.4

ÖSTERREICHISCHER VERBAND FÜR ELEKTROTECHNIK



Fachausschuß E
Elektrische
Niederspannungsanlagen



Preisgruppe 10

ÖVE-EN 1 Teil 3 (§ 41):1995-03

INHALTSÜBERSICHT

Einleitung	Seite
41.1 Geltung	4
41.2 Begriffe und Benennungen	41-1
41.3 Mechanische Festigkeit	41-1
41.4 Einflußgrößen auf den zulässigen Dauerstrom	41-3
41.5 Ermittlung des zulässigen Dauerstromes	41-3
41.6 Überstrom-Schutzeinrichtungen	41-12
41.7 Schutz bei Überlast	41-14
41.8 Schutz bei Kurzschluß	41-15
41.9 Koordinieren des Schutzes bei Überlast und Kurzschluß	41-18
41.10 Überstrombegrenzung durch die Art der Einspeisung	41-21
41.11 Zuordnung der Schutzeinrichtungen zu den Leitungen bzw. Kabeln	41-21
41.12 Schutz gemäß der Art der Stromkreise	41-24
41.13 Zusatzbestimmungen für Licht- und Steckdosenstromkreise	41-25
Anhang	
A1 Tabellen	41-26
A2 Zulässiger Dauerstrom I_z bei parallel geschalteten Leitungen oder Kabeln unterschiedlichen Querschnittes	41-32
A3 Mehrmotorenantrieb	41-32

ÖVE-EN 1 Teil 3 (§ 41):1995-03

EINLEITUNG

- (1) Diese Österreichischen Bestimmungen für die Elektrotechnik wurden vom Lenkungsausschuß der Sektion „Österreichische Bestimmungen für die Elektrotechnik“ im ÖVE bei der 42. Sitzung am 14. März 1995 verabschiedet. Sie ersetzen ÖVE-EN 1 Teil 3 (§ 41)/1981 und ÖVE-EN 1 Teil 3 (§ 41a)/1986.
- (2) Der Rechtsstatus dieser Österreichischen Bestimmungen für die Elektrotechnik ist den jeweils geltenden Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz zu entnehmen.
- (3) Diese Bestimmungen wurden vom Fachausschuß E „Elektrische Niederspannungsanlagen“ unter Verwendung des CENELEC-Reportes R064-001 ausgearbeitet.
- (4) In diesem Heft wird auf folgende Österreichische Bestimmungen für die Elektrotechnik Bezug genommen:

ÖVE EN 60204	Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen
ÖVE EN 60439-1	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – typegeprüfte und partiell typegeprüfte Kombinationen
ÖVE-EX65	Erichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen
ÖVE-HG 335	Sicherheitsanforderungen für Elektrogeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
ÖVE-HG/EN 60335	Sicherheitsanforderungen für Elektrogeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
ÖVE-IMEN 60439-2	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Besondere Anforderungen an Schienenverteiler
ÖVE-K 20	Papierisolierte Energiekabel bis 34,7/60 kV
ÖVE-K 23	Kunststoffisolierte Energiekabel bis 5,8/10 kV
ÖVE-K 26	Halogenfreie Energiekabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall – Nennspannung 0,6/1 kV
ÖVE-K 40	Energieleitungen mit einer Isolierung aus Gummi
ÖVE-K 41	Energieleitungen mit einer Isolierung aus PVC
ÖVE-L1	Erichtung von Starkstromfreileitungen bis 1 000 V
ÖVE-L 20	Verlegung von Energie-, Steuer- und Meßkabeln
ÖVE EN 60598	Leuchten
ÖVE-MG/EN 60601	Medizinische elektrische Geräte

4

ÖVE-EN 1 Teil 3 (§ 41):1995-03

- ÖVE-SN 40 Niederspannungssicherungen bis 1 000 V und bis 3 000 V
- ÖVE-SN 52 Leitungsschutzschalter bis 63 A Nennstrom, ~ 415 V, 50 Hz
- ÖVE-SN/EN 60898 Leitungsschutzschalter für den Haushalt und ähnliche Anwendungen
- (5) In diesem Heft wird auf folgende ÖNORMEN Bezug genommen: ÖNORM DIN 43671 Stromschienen aus Kupfer – Bemessung für Dauerstrom
- (6) In diesem Heft wird auf die folgenden internationalen, regionalen, nationalen bzw ausländischen Veröffentlichungen Bezug genommen: DIN VDE 0102 Berechnung von Kurzschlußströmen in Drehstromnetzen
- EN 60947-2 Niederspannungs-Schaltgeräte
- EN 60947-4-1 Teil 2: Leistungsschalter
- Niederspannungs-Schaltgeräte
- Teil 4: Schütze und Motorstarter
- Hauptabschnitt 1: Elektromechanische Schütze und Motorstarter
- IEC 287 Calculation of the continuous current rating of cables (100% load factor)
- IEC 448 Current-carrying capacities of conductors for electrical installations of buildings
- CENELEC-Report Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen
- R064-001 Elektroinstallationen in Gebäuden, Band II
- VDE-Schriftenreihe 32 Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom
- VDE-Schriftenreihe 52 Lexikon der Installationstechnik
- (7) Die Hinweise auf Veröffentlichungen in den Fußnoten beziehen sich, sofern nicht anders angegeben, auf den Stand zum Zeitpunkt der Herausgabe dieses Heftes. Zum Zeitpunkt der Anwendung dieses Heftes ist der durch die Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz oder gegebenenfalls auf andere Weise festgelegte aktuelle Stand zu berücksichtigen.
- (8) Bei mittels Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz verbindlich erklärten Österreichischen Bestimmungen für die Elektrotechnik ist zu beachten:

5

(8.1) Vorworte, Ergänzungen, Erläuterungen (im Kleindruck) und Hinweise auf Fundstellen in anderen, verbindlich erklärten Österreichischen Bestimmungen für die Elektrotechnik werden auch von der Verbindlicherklärung erfaßt.

(8.2) Einleitungen, Rechtsbelehrungen, Anhänge, Fußnoten und Hinweise auf Fundstellen in anderen Texten werden von der Verbindlicherklärung nicht erfaßt.

(9) Die in diesem Heft angeführten Österreichischen Bestimmungen für die Elektrotechnik, ÖNORMEN der Elektrotechnik und sonstige technische Veröffentlichungen können vom ÖVE, Eschenbachgasse 9, A-1010 Wien, bezogen werden.

Errichtung von Starkstromanlagen
mit Nennspannungen bis
~ 1 000 V und $\approx$ 1 500 V

Teil 3 Beschaffenheit, Bemessung und Verlegung von Leitungen und Kabeln

§ 41 Bemessung von Leitungen und Kabeln in mechanischer und elektrischer Hinsicht Überstromschutz

41.1 Geltung

Diese Bestimmungen gelten für die Bemessung von Leitungen und Kabeln in mechanischer und elektrischer Hinsicht für das Leitermaterial Kupfer. Für andere als durch die Tabellen 41-6 und 41-7 erfaßte Verlegearten und für das Leitermaterial Aluminium generell wird durch sachgerechte und nachvollziehbar dokumentierte Anwendung

- des Anhanges A1,
- des CENELEC-Reportes R064-001,
- anderer einschlägiger internationaler Veröffentlichungen (z. B. der IEC-Publikationen 287 oder 448) oder
- geeigneter empirischer Methoden

der Bemessungsanforderung dieser Bestimmungen entsprochen.

Bei Änderungen und Erweiterungen durch zusätzliche Leitungen oder Kabel ist der zulässige Dauerstrom I_z und der Nennstrom I_n der Schutzrichtung auch für den durch die Änderung oder Erweiterung beeinflussten Teil neu zu bestimmen.

41.2 Begriffe und Benennungen

41.2.1 Zulässiger Dauerstrom I_z ist jener Strom, der von einem Leiter unter den vorhandenen Bedingungen dauernd geführt werden kann, ohne daß die zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb überschritten wird.

41.2.2 Bemessungsstrom I_B einer Leitung ist der zulässige Dauerstrom unter festgelegten Bedingungen (z. B. Verlegeart, Umgebungstemperatur).

41.2.3 Betriebsstrom I_B ist der im ungestörten Betrieb in einer Leitung bzw. in einem Kabel auftretende Strom. Er wird aus der Leistung der anschließenden Betriebsmittel berechnet unter Berücksichtigung von zu erwartender Gleichzeitigkeit bzw. gewünschter Verfügbarkeit.

41.2.4 Überstrom ist jeder Strom, der den zulässigen Dauerstrom überschreitet.

41.2.4.1 Überlaststrom ist jener Überstrom, der in einem fehlerfreien Stromkreis bei Überlastung durch angeschlossene Betriebsmittel auftritt.

41.2.4.2 Kurzschlußstrom ist jener Überstrom, der infolge eines Kurzschlusses zum Fließen kommt.

41.2.4.3 Unbeeinflußter Kurzschlußstrom ist jener Überstrom, der durch einen Fehler vernachlässigbarer Impedanz (vollkommener Kurzschluß) zwischen Leitern, die im ungestörten Betrieb unterschiedliches Potential haben, verursacht wird.

41.2.5 Nennstrom¹⁾ I_N der Schutzeinrichtung ist jener Stromwert, mit dem die Schutzeinrichtung gekennzeichnet ist. Bei einstellbaren Schutzrichtungen entspricht der Nennstrom dem eingestellten Wert.

41.2.6 Auslösestrom I_2 ist jener Strom, der mit Sicherheit zur Auslösung führt, d. h.

(1) der Auslösestrom bei Leistungsschaltern,

(2) der große Prüfstrom bei Sicherungen vom Typ gL und bei Leitungsschutzschaltern.

41.2.7 Zulässige Betriebstemperatur ist die höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb.

41.2.8 Zulässige Kurzschlußtemperatur ist die höchste zulässige Temperatur am Leiter bei Kurzschluß mit einer Kurzschlußdauer bis max. 5 Sekunden.

1) In ÖVE-SVEN 60898 Bemessungsstrom genannt.

41.3 Mechanische Festigkeit

41.3.1 Leitungen und Kabel müssen ausreichende mechanische Festigkeit haben.

Tab. 41-1: Mindestwerte der Leiternennquerschnitte für Leitungen

1		2
Verlegeart		Mindestnennquerschnitt in mm ² bei Cu
1	Feste Verlegung von Aderleitungen in Elektro-Installationsrohren und feste Verlegung von Mantelleitungen	1,5
2	Schalt- und Steuerleitungen Feste Verlegung von einadrigen Leitungen Feste Verlegung von mehr- oder vieladrigen flexiblen Leitungen (Schleifleitungen)	1,0 0,75
3	Feste ungeschützte Verlegung, z. B. in Schaltanlagen und Verteilern, sowie innere Verdrahtung von Beleuchtungskörpern ¹⁾	0,5
4	Feste ungeschützte Verlegung bei einem maximalen Abstand der Befestigungspunkte von 20 m ²⁾ (1) bei Leitungen mit Tragelnhinrichtung (2) bei Leitungen ohne Tragelnhinrichtung	1,5 4,0
5	Flexible Leitungen bei leichter mechanischer Beanspruchung für den Anschluß elektrischer Geräte	0,5 ¹⁾
6	Flexible Leitungen bei mittlerer mechanischer Beanspruchung für den Anschluß elektrischer Geräte	0,75 ¹⁾
7	Flexible Leitungen bei schwerer mechanischer Beanspruchung für den Anschluß elektrischer Geräte	1,0 ¹⁾
8	Flexible Leitungen (z. B. leichte Zwillingsleitung) sind für den Anschluß besonders leichter Handgeräte (z. B. elektrischer Haselapparat), soweit dies in den Bestimmungen für Geräte erlaubt ist, bei einer größten Leitungslänge von 2 m und einer maximalen Strombelastung von 0,2 A zulässig.	
9	Mindestquerschnitte für Antriebe und Antriebsgruppen siehe § 27.	
¹⁾ Auf die in den entsprechenden Gerätebestimmungen festgelegten Mindestquerschnitte ist zu achten.		
²⁾ Überschreitet der Abstand der Befestigungspunkte 20 m, gelten die Bestimmungen gemäß ÖVE-L 1.		

41.4 Einflußgrößen auf den zulässigen Dauerstrom

41.4.1 Nennquerschnitte und Bemessungsströme für Cu-Leiter
Der Bemessungsstrom I_B darf die Werte gemäß Tab. 41-2 nicht überschreiten. Dabei sind die der Tabelle zugrunde gelegten Installationsbedingungen zu beachten.

7	Nennquer- schnitt des Kupferleiters	Bemessungsstrom I_n in A																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
8	0,5	14	13	14	17	24	21	15	16	20	27	19	22	18	25	34	43	80	101	126	153	196	276
	0,75	14	13	14	17	24	21	15	16	20	27	19	22	18	25	34	43	80	101	126	153	196	276
	1	14	13	14	17	24	21	15	16	20	27	19	22	18	25	34	43	80	101	126	153	196	276
	1,5	19	18	18	23	32	28	23	27	30	36	32	40	30	41	51	60	94	119	148	180	232	319
	2,5	26	24	24	32	41	36	30	34	38	46	41	51	40	54	66	100	126	153	196	259	354	
	4	34	31	31	40	50	44	38	43	48	58	51	62	50	66	80	120	153	180	232	319	430	
	6	46	42	42	52	63	56	50	56	62	74	65	78	64	82	98	144	180	219	282	384	514	
	10	61	56	56	68	81	74	68	74	80	94	85	100	84	104	126	180	219	259	319	430	584	
	16	80	73	73	86	101	94	88	94	100	116	105	122	104	128	153	219	259	319	384	514	694	
	25	99	89	89	104	122	115	108	116	122	140	128	148	126	153	180	259	319	384	514	694	944	
8	35	119	108	108	125	144	137	130	138	144	164	152	174	153	180	219	319	384	514	694	944	1284	
	50	136	125	125	144	164	157	150	158	164	186	174	198	176	219	259	384	484	644	894	1284	1744	
	70	151	139	139	158	180	173	166	174	180	204	192	218	196	232	282	430	530	694	944	1284	1744	
	95	182	164	164	186	219	213	206	214	220	244	232	260	238	282	354	530	644	854	1144	1584	2144	
	120	210	188	188	213	244	238	232	240	246	274	262	292	270	319	394	584	714	944	1284	1744	2384	
	150	240	216	216	244	274	268	262	270	276	306	294	326	304	354	430	644	784	1044	1384	1884	2584	
	185	273	248	248	274	306	299	294	302	308	338	326	358	336	384	460	694	844	1104	1444	1944	2684	
	240	320	286	286	319	354	348	342	350	356	386	374	406	384	430	514	744	894	1164	1504	2004	2744	
	300	367	328	328	364	406	400	394	402	408	438	426	458	436	484	584	844	1004	1284	1624	2124	2884	
	367	430	384	384	430	484	478	472	480	486	516	504	536	514	560	660	944	1104	1384	1724	2224	3004	

Fortsetzung Tab. 41-2: Bemessungsstrom I_n unter festgelegten Bedingungen

Fortsetzung nächste Seite

1	Bauarten	Leitungen und Kabel für feste Verlegung																					Flexible Leitungen				Kabel ²⁾										
2	Isoliertstoff ¹⁾	PVC																					NR/SR				-PVC										
3	Zulässige Betriebs- temperatur	70 °C																					60 °C				70 °C										
4	Umgebungs- temperatur	30 °C																													20 °C						
5	Verlegeart	A				A2				B				B2				C				E				Auf Flächen liegend Haus- oder Hand- Verlege- arten				Kabel in Luft				Kabel in Erde			
6	Anzahl der belasteten Adern	2		3		3		2		2		3		3		2		3		2		3		2		3		3		3		3					

1) Die zulässige Betriebstemperatur ist vom Mischungsstyp abhängig. Im Zweifelsfall ist vom Anwender die zulässige Betriebstemperatur vom Hersteller einzuziehen.

2) Bemessungsströme für weitere Kabelarten sind z. B. in OVE-K-23, OVE-K-26 und in Herstellerlisten ersichtlich.

3) Dies gilt auch für andere Isolierstoffe mit einer zulässigen Betriebstemperatur von 90 °C z. B. EPR, Spezial-PVC etc.

4) PVC = Polyvinylchlorid
NR = Natur-Kautschuk
SR = Synthetischer Kautschuk
OR = Chloropren-Kautschuk
VPE = Vernetztes Polyethylen
EPR = Ethylenpropylen-Kautschuk
Spezial-PVC etc.

1) Die zulässige Betriebstemperatur ist vom Mischungsgrad abhängig. Im Zweifelsfall ist vom Anwender die zulässige Betriebstemperatur vom Hersteller einzuholen.
2) Bemessungsströme für weitere Kabelarten sind z. B. in ÖVE-K-23, ÖVE-K-26 und in Herstellerlisten ersichtlich.
3) Dies gilt auch für andere Isolierstoffe mit einer zulässigen Betriebstemperatur von 90 °C z. B. EPR, Spezial-PVC etc.
NR = Natur-Kautschuk
PVC = Polyvinylchlorid
SR = Synthetischer Kautschuk
CR = Chloropren-Kautschuk
VPE = Vernetztes Polyethylen
EPR = Ethylenpropylen-Kautschuk

41.4.2 Leitungs- und Kabelbauarten

Für die gebräuchlichsten Leitungs- und Kabelbauarten sind die maximal zulässigen Betriebstemperaturen für Dauerbelastung in Tab. 41-3 angegeben.

Tab. 41-3: Beispiele für maximale Betriebstemperaturen

Beispiele für Bauarten	1 Kurzzeichen (harmonisiert bzw. national)	2 max. Betriebs- temperatur °C	3 Isolier- Werkstoff	4 Mantel- Werkstoff
Leitungen für feste Verlegung: - Aderleitungen - Mantelleitungen - Stagleitungen - Illuminationsflachleitungen	H07V A05VV YM-Sleg H05RNH2-F	70 70 70 60	PVC PVC PVC NR/SR	- PVC - CR
Flexible Leitungen: - Zwillingsleitungen - PVC-Schlauchleitungen - Gummischlauchleitungen - PVC-Flachleitungen	H03VVH-H H4A03VV, 05VV H4A05RR H05VVH6 H07VVH6 GM55Suß	70 70 60 70 90	PVC PVC NR/SR PVC EPR	- PVC NR/SR PVC CR
Gummischlauchleitungen				
Kabel: - PVC - Papier/Masse - VPE	E-YY E-PM E-2X2Y	70 80 90	PVC - VPE	PVC - PE(HDPE)
PVC = Polyvinylchlorid NR = Natur-Kautschuk PE = Polyethylen SR = Synthetischer Kautschuk CR = Chloropren-Kautschuk HDPE = Polyethylen hoher Dichte EPR = Ethylenpropylen-Kautschuk VPE = Vernetztes Polyethylen				

41.4.3 Verlegung

41.4.3.1 Verlegearten

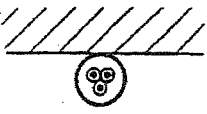
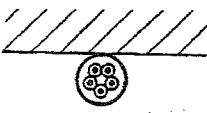
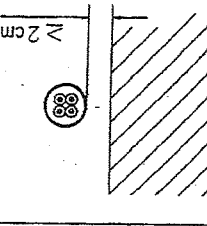
Die gebräuchlichsten Verlegearten von Leitungen und Kabeln sind in Tab. 41-4 beschrieben. Der Zusammenhang mit den Bemessungsströmen ist der Tab. 41-2 zu entnehmen. Die Bemessungsströme sind unter der Voraussetzung ermittelt, daß Leitungen bzw. Kabel jeweils einzeln verlegt werden. Unberücksichtigt ist die Häufung, d. h. eine mögliche gegenseitige Wärmebeeinflussung der Leitungen bzw. Kabel.

Verlegeart	1	2	3
Erörterungen	2	2	3
Bildliche Darstellung	3	3	3
Leitungen für feste Verlegung			
A	1	2	3
A2	2	2	3
B	3	2	3

Fortsetzung nächste Seite

§ 41

ÖVE-EN 1 Teil 3

1		2		3	
		Flexible Leitungen			
7	1)	Mehradrige Gummi- oder PVC-isolierte Leitungen mit zwei oder drei belasteten Adern auf oder an Flächen liegend (ausgenommen für Haus- oder Handgeräte).			
8	1)	Mehradrige EPR-isolierte Leitungen mit drei belasteten Adern und erhöhter Nennspannung bis 6/10 kV auf oder an Flächen liegend z. B. GMSStuB gemäß den technischen Bestimmungen ²⁾ .			
		Kabel			
9	Kabel in Luft	Mehradrige PVC-, Papier/Masse- oder VPE-isolierte Kabel mit drei belasteten Adern frei in Luft, d. h. die Verlustwärme wird durch Strahlung oder Konvektion ungehindert abgegeben, ohne daß sich die Umgebungstemperatur merklich erhöht. Dies wird erfüllt durch: - Abstand der Kabel von Wänden, Böden oder Decken mindestens 2 cm, - Zwischenraum mindestens zweifacher Kabeldurchmesser bei nebeneinander bzw. übereinander liegenden Kabeln, - mindestens 30 cm Abstand übereinander liegender Kabelanlagen, - ausreichend große und belüftete Räume oder Berücksichtigung der durch die Verlustwärme der Kabel gestiegenen Lufttemperatur, - Schutz gegen direkte Sonneneinstrahlung oder fremde Wärmequellen.			

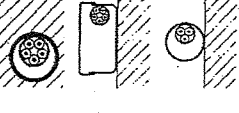
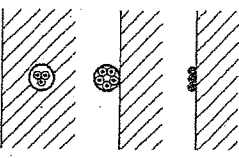
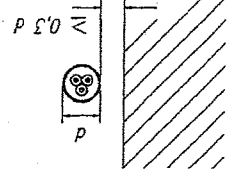
Fortsetzung Tab 41-4: Verlegearten

1995-03

41-9

§ 41

ÖVE-EN 1 Teil 3

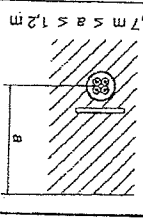
1		2		3	
4	B2	Verlegung auf oder in Wänden, Decken oder Fußböden in Elektroinstallationsröhren oder -kanälen.			
5	C	Verlegung - mehradrige Mantelleitungen auf Wänden, Decken, Fußböden oder im Putz, in offenen Kanälen oder in belüfteten geschlossenen Elektroinstallationskanälen, - eindrige Mantelleitungen auf Wänden, Decken oder Fußböden, - Stegleitungen unter Putz.			
6	E	Verlegung frei in Luft, d. h. die ungehinderte Wärmeabgabe ist sichergestellt, - mehradrige Mantelleitungen bei einem Abstand von Wänden $\geq 0,3 d$, - Mantelleitungen mit Tragseil.			

Fortsetzung Tab 41-4: Verlegearten

1995-03

41-8

Fortsetzung nächste Seite

3		
2	Mehrdünne PVC-, Papier/Masse- oder VPE-isolierte Kabel mit drei belasteten Adern einzeln in Sand oder Erdaushub ohne Luftfeuchtigkeit. (Bezüglich Verlegung siehe technische Bestimmungen⁹⁾) Es wird ein spezifischer Erdbodenwärmewiderstand des Feuchtbereiches von 1,0 K·m/W vorausgesetzt, der erreicht wird bei - üblichen Klimabedingungen, - ordnungsgemäßer Bodenverdrichtung, - Vermeidung von mit Schutt, Schlacke, Asche, Müll oder organischen Bestandteilen durchsetzten Böden.	10 Kabel in Erde
1	Andere Verlegearten Werden mehrdünne PVC-isolierte Kabel wie Installationsleitungen verlegt, kann ihr Bemessungsstrom entsprechend der Verlegearten gemäß den Gruppen A, A2, B, B2 und C ermittelt werden.	11 Andere Verlegearten

Fortsetzung Tab 41-4: Verlegearten

41.4.3.2 Häufung

Die Häufung von Leitungen bzw. Kabeln ist durch den Faktor f_1 gemäß Tab. A1-2 zu berücksichtigen. Falls Leitungen oder Kabel mit einem Strom von höchstens 30% ihres zulässigen Dauerstromes I_N bei Häufung belastet werden, ist es zulässig, diese bei der Bestimmung des Umrechnungsfaktors für die restlichen Leitungen oder Kabel dieser Gruppe, zu vernachlässigen.

41.4.3.3 Gleichzeitigkeit

Die Anforderungen dieser Bestimmungen, insbesondere die der Häufung, gelten unter der Annahme, daß alle Leitungen bzw. Kabel mit Vollast (100%) belastet werden. Ist dies nicht der Fall, darf die Gleichzeitigkeit berücksichtigt werden. (Siehe Faktor f_2 in Tab. A1-1.)

41.4.3.4 Verlegeabstand

Das Verlegen mit Abstand setzt zwischen zwei Leitungen bzw. Kabeln einen Abstand voraus, der mindestens dem zweifachen äußeren Durchmesser der dickeren Leitung bzw. des dickeren Kabels entspricht.

Für die praktische Anwendung ist der Mittelwert der Abstände entlang der Leitungs- und Kabelführung zugrunde zu legen. Wenn dieser Abstand nicht eingehalten ist, gelten die Leitungen bzw. Kabel als ohne Abstand verlegt.

41.4.3.5 Aderzahl

Für die Bemessung sind nur die tatsächlich vom Strom durchflossenen Adern (belastete Adern) zu berücksichtigen; der Schutzleiter (PE-Leiter) ist daher nicht mitzuzählen.

Bei gemeinsamer Führung aller Leiter eines Drehstromkreises gelten der Neutralleiter sowie der PEN-Leiter als nicht stromdurchflossen. (Dementsprechend gelten die für die Aderzahl drei angegebenen Werte für die drei Leiter eines Drehstromkreises mit Neutralleiter und ohne Neutralleiter.) Bei mehr als drei belasteten Adern gelten die Faktoren f_3 gemäß Tab. A1-3 bzw. für aufgewickelte Leitungen oder Kabel f_3 gemäß Tab. A1-4.

In Sonderfällen, z. B. bei Oberschwingungsbelastung, müssen gegebenenfalls alle Adern als stromdurchflossen angesehen werden.

41.4.3.6 Verlegen im Rohr

41.4.3.6.1 Die Führung von Leitungen und Kabeln in Elektroinstallationsrohren von jeweils max. 1 m Länge darf hinsichtlich des zulässigen Dauerstromes dann unberücksichtigt bleiben, wenn die Rohre oder Kanäle frei in Luft oder an senkrechten Flächen verlegt sind.

41.4.3.6.2 Die Verlegung in Decken- oder Wanddurchbrüchen (umgebendes Material mit größerem Widerstand als $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$) mit jeweils $0,2 \text{ m}$ maximaler Länge dürfen hinsichtlich des zulässigen Dauerstromes unberücksichtigt bleiben.

41.4.3.6.3 Bei Verlegung von Kabeln in Rohrsystemen in Erde (Über-schubrohr $> 6 \text{ m}$) ist der Umrechnungsfaktor $f_6 = 0,85$ zu berücksichtigen.

41.4.4 Umgebungstemperaturen

Die Bemessungswerte gemäß Tab. 41-2 sind für eine Umgebungstemperatur von $t = 30^\circ\text{C}$ in Luft bzw. 20°C für Kabel in Erde, ausgelegt. Die Tab. A1-5 gibt die Umrechnungsfaktoren f_4 für abweichende Temperaturen an.

41.4.5 Betriebsart

Die Tab. A1-6 gibt für erdverlegte Kabel die Umrechnungsfaktoren für verschiedene Belastungsgrade sowie für unterschiedliche Erdbodenwärmewiderstände an.

41.5 Ermittlung des zulässigen Dauerstromes I_Z

41.5.1 Zulässiger Dauerstrom I_Z in Normalfällen
(Bemessungsstrom I_B)

Der Bemessungsstrom I_B ist, unter Beachtung der festgelegten Bedingungen, aus Tab. 41-2 zu entnehmen. Für diese Fälle gilt:

$$I_Z = I_B$$

41.5.2 Zulässiger Dauerstrom I_Z in Sonderfällen

Weichen die tatsächlichen Bedingungen von den Bedingungen gemäß Tab. 41-2 ab, ist der zulässige Dauerstrom gemäß der Formel zu berechnen:

$$I_Z = I_B \times \Pi_f$$

I_Z zulässiger Dauerstrom unter Berücksichtigung aller Einfluß-faktoren

I_B Bemessungsstrom bei festgelegten Bedingungen (Tab. 41-2)

Π_f Produkt der zutreffenden Umrechnungsfaktoren
($\Pi_f = f_1 \times f_2 \times f_3 \times \dots$)

Die Zuordnung der tatsächlichen Bedingungen zu den einzelnen Faktoren, wie auch zu den Tabellen, aus denen die Zahlenwerte entnommen werden können, ist aus Tab. A1-1 zu ersehen.

41.5.2.1 Zulässiger Dauerstrom I_Z von Kabeln, blanken und polyethylen-isolierten Freileitungsleitern

41.5.2.1.1 Für den Bemessungsstrom I_B von Kabeln bestehen zusätzliche technische Bestimmungen²⁾.

41.5.2.1.2 Für den Bemessungsstrom I_B von blanken und PE-isolierten Freileitungsleitern bestehen technische Bestimmungen³⁾.

41.5.2.2 Leitungen im Inneren von Geräten und fabriksfertigen Schaltgeräte-kombinationen

Für Leitungen im Inneren von Geräten und fabriksfertigen Schaltgeräte-kombinationen sowie fest an Verbrauchsmitteln angeschlossene flexible Anschlußleitungen gelten die entsprechenden technischen Bestimmungen für Elektrogeräte⁴⁾.

41.5.2.3 Aussetz- oder Kurzzeitbetrieb

Bei Aussetz- oder Kurzzeitbetrieb ist das zeitweise Auftreten von Überlastströmen zulässig. Die Leiterquerschnitte sind für jeden einzelnen Anwendungsfall zu berechnen⁵⁾.

41.5.2.4 Mehrmotorenantriebe

Bei Betrieb von Mehrmotorenantrieben sind für die Bemessung der Leitungsquerschnitte die Betriebsströme (unter Berücksichtigung der Anlaufströme sowie deren zeitliche Dauer) zu berücksichtigen. Dafür geeignete Verfahren sind im Anhang A3 erläutert.

41.5.2.5 Blanke Leiter und fest verlegte einadrige Verbindungsleitungen bis Nennquerschnitt $50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Für blanke Leiter und fest verlegte einadrige Verbindungsleitungen zwischen Maschinen, Transformatoren, Akkumulatoren, Schaltanlagen und dgl. mit Nennquerschnitten $\leq 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ gelten die Werte der Verlegetabelle gemäß Tab. 41-2.

41.5.2.6 Blanke Leiter und fest verlegte einadrige Verbindungsleitungen über Nennquerschnitt $50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Verbindungen aus blanken Leitern und fest verlegte einadrige Verbindungsleitungen mit Nennquerschnitten $> 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ sind so zu bemessen:

2) Siehe z. B. ÖVE-K 20, ÖVE-K 23 und ÖVE-K 26 und Herstellerangaben.

3) Siehe ÖVE-L 1.

4) Siehe z. B. ÖVE-HG 335 bzw. ÖVE-HG/EN 60335, ÖVE EN 60598, ÖVE-MG/EN 60601 und ÖVE EN 60439.

5) Siehe z. B. „Elektroinstallationen in Gebäuden Band II, Abschnitt 2“, ÖVE EN 60204-1.

sen, daß sie bei den zu erwartenden Betriebs- und Überströmen ausreichende mechanische Festigkeit haben und keine für den Betrieb oder die Umgebung gefährliche Temperaturen annehmen können⁶⁾.

41.5.2.7 Parallel geschaltete Leitungen und Kabel

Werden mehrere parallel geschaltete Leiter durch eine gemeinsame Überstromschutzeinrichtung geschützt, gilt als zulässiger Dauerstrom die Summe der Werte des zulässigen Dauerstromes aller Leiter. Dies gilt jedoch nur, wenn alle Leiter die gleichen elektrischen Eigenschaften haben (Bauart, Verlegeart, Länge, Querschnitt) und in ihrem Verlauf keine Abzweige aufweisen.

Weisen parallel geschaltete Leiter unterschiedliche Querschnitte auf, ist der zulässige Dauerstrom I_z der Parallelschaltung gemäß Anhang A2 zu berechnen.

41.5.2.8 Leitungen und Kabel in Ringen oder auf Trommeln

Bei Leitungen und Kabeln in Ringen oder auf Trommeln ist der zulässige Dauerstrom I_z von Fall zu Fall zu ermitteln. (Siehe Faktor f_3 in Tab. A1-4.)

41.5.2.9 Zulässiger Dauerstrom I_z von Leitern in Stromschienensystemen

41.5.2.9.1 Der zulässige Dauerstrom I_z fabrikfertiger Stromschienensysteme ist vom Hersteller anzugeben⁷⁾.

41.5.2.9.2 Für nicht fabrikfertige Stromschienensysteme sind die Leiterquerschnitte für die zu erwartenden Belastungen entsprechend zu bemessen⁸⁾. Bei der Bemessung der Leiterquerschnitte ist außerdem die Lage der Leiter zueinander und die verminderte Wärmeabfuhr, z. B. durch eine Umhüllung, zu berücksichtigen.

41.6 Überstrom-Schutzeinrichtungen

Leitungen und Kabel müssen mit Überstrom-Schutzeinrichtungen gegen zu große Erwärmung geschützt werden, die sowohl durch betriebsmäßige Überlast als auch bei vollkommenem Kurzschluß auftreten kann. Dies kann entweder durch Schutzeinrichtungen gemäß § 41.6.1 oder durch Schutzeinrichtungen gemäß § 41.6.2 und § 41.6.3 erfolgen, wobei letztere nicht an derselben Stelle eingebaut sein müssen (siehe auch § 41.8.4.2).

6) Siehe ÖNORM DIN 43 671.

7) Siehe ÖVE EN 60439-1, ÖVE-IM/EN 60439-2.

8) Siehe ÖNORM DIN 43 671.

41.6.1 Einrichtungen, die sowohl bei Überlast als auch bei Kurzschluß schützen

Diese Schutzeinrichtungen müssen jeden Überstrom bis zum größten Strom bei vollkommenem Kurzschluß an ihrer Einbaustelle unterbrechen können:

Als Schutzeinrichtungen dürfen dafür verwendet werden z. B.:

- (1) Leitungsschutzsicherungen gemäß den technischen Bestimmungen⁹⁾,
- (2) Leitungsschutzschalter gemäß den technischen Bestimmungen¹⁰⁾,
- (3) Leistungsschalter gemäß den technischen Bestimmungen¹¹⁾.

41.6.2 Einrichtungen, die nur bei Überlast schützen

Dies sind im allgemeinen stromabhängig verzögerte Schutzeinrichtungen, deren Ausschaltvermögen kleiner ist, als der Strom bei vollkommenem Kurzschluß an ihrer Einbaustelle, z. B. Schütze mit Überlastauslöser gemäß den technischen Bestimmungen¹²⁾.

41.6.3 Einrichtungen, die nur bei Kurzschluß schützen

Diese Schutzeinrichtungen müssen Kurzschlußströme bis zum größten Strom bei vollkommenem Kurzschluß an ihrer Einbaustelle unterbrechen können.

Als Schutzeinrichtungen dürfen dafür verwendet werden z. B.:

- (1) Teilbereichssicherungen zum Geräteschutz gemäß den technischen Bestimmungen¹³⁾,
- (2) Leistungsschalter mit Schnellauslösern gemäß den technischen Bestimmungen¹⁴⁾.

41.7 Schutz bei Überlast

41.7.1 Allgemeines

Schutz bei Überlast besteht darin, Schutzeinrichtungen vorzusehen, die Überlastströme in den Leitern von Stromkreisen unterbrechen, ehe für Leiterisolationen, Anschluß- und Verbindungsstellen sowie für die Umgebungen von Leitungen, Kabeln und Stromschienen schädigende Erwärmung hervorgerufen wird.

9) Siehe ÖVE-SN 40.

10) Siehe ÖVE-SN/EN 60998 bzw. ÖVE-SN 52.

11) Siehe EN 60947-2.

12) Siehe EN 60947-4-1.

13) Siehe ÖVE-SN 40.

14) Siehe EN 60947-2.

41.7.2 Zuordnung der Schutzeinrichtungen

Zum Schutz bei Überlast von Leitungen, Kabeln und Stromschienen müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z \quad (2)$$

I_B Betriebsstrom des Stromkreises
 I_N Nennstrom der Schutzeinrichtung
 I_Z zulässiger Dauerstrom
 I_2 Auslösestrom

1) Sicherungen mit anderer Charakteristik als gl sind so auszuwählen, daß deren großer Prüfstrom (Strom, bei dem die Sicherung innerhalb der konventionellen Prüfdauer anspricht) nicht größer ist als der große Prüfstrom I_2 von Sicherungen des Typs gl und auch nicht später zur Abschaltung führt.

2) Bei Leitungsschutzschaltern ist die Charakteristik zu beachten:

- Bei Leitungsschutzschaltern der Charakteristik L und U gemäß den technischen Bestimmungen¹⁵⁾ ist für I_2 der große Prüfstrom einzusetzen,
- bei Leitungsschutzschaltern der Charakteristik B, C und D gemäß den technischen Bestimmungen¹⁶⁾ gilt für den großen Prüfstrom $I_2 = 1,45 \cdot I_N$ und daher vereinfachen sich die Bedingungen (1) und (2) zu der einzigen Bedingung:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

3) Die in Österreich vereinbarte Konvention, daß auch bei Schmelzsicherungen der Gebrauchskategorie gl. gemäß den technischen Bestimmungen¹⁷⁾ für den großen Prüfstrom $I_2 = 1,45 \cdot I_N$ gilt, beruht auf keiner konstruktiv begründeten Änderung der Sicherungskennlinie sondern lediglich auf geänderten Prüfbedingungen. (Es wird eine geringere Wärmeabfuhr aus den Sicherungseinsätzen unterstellt) Dies und der Umstand, daß Schmelzsicherungen beim großen Prüfstrom nur innerhalb der konventionellen Prüfdauer ansprechen müssen (dies kann bei den höheren Nennstromwerten bis zu 4 Stunden betragen, während sie bei Leitungsschutzschaltern höchstens im Bereich von Minuten liegt), können die Wirksamkeit des Überlastschutzes durch Sicherungen erheblich herabsetzen. Dieser Tatsache ist bei der Auswahl von Schmelzsicherungen für den Überlastschutz gegebenenfalls Rechnung zu tragen.

4) Der in diesem Absatz vorgesehene Schutz bietet in Einzelfällen keinen vollständigen Schutz der Leiter gegen unzulässige Erwärmung, z. B. bei länger anstehenden Überströmen unterhalb des Wertes I_2 . Er stellt auch nicht zwangsläufig die wirtschaftlichste Lösung dar. Es wurde daher im Rahmen dieses Absatzes davon ausgegangen, daß kleine Langzeit-Überlastströme nicht regelmäßig, d. h. höchstens in Ausnahmefällen, auftreten.

41.7.3 Anordnung der Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast

41.7.3.1 Allgemeines

Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast müssen an allen Stellen eingebaut werden, an denen der zulässige Dauerstrom I_Z gemindert wird, sofern die vorgeschaltete Schutzeinrichtung den Schutz nicht sicherstellen kann. Ausgenommen sind Fälle gemäß § 41.7.5.

15) Siehe ÖVE-SN 52.

16) Siehe ÖVE-SN/EN 60898.

17) Siehe ÖVE-SN 40.

Ursachen für die Minderung des zulässigen Dauerstromes I_Z können sein:

- (1) Änderung des Leiterquerschnittes,
- (2) Änderung der Art der Verlegung,
- (3) Änderung des Aufbaues der Leitungen und Kabel.

41.7.3.2 Versetzen der Schutzeinrichtungen zum Schutz von Leitungen und Kabeln bei Überlast

Die Schutzeinrichtung zum Schutz bei Überlast darf im Zuge der zu schützenden Leitungen bzw. Kabel an beliebiger Stelle angeordnet werden, wenn der Leitungs- bzw. Kabelabschnitt zwischen der Änderung des Leiterquerschnittes, Änderung der Art der Verlegung oder Änderung des Aufbaues einerseits und der Schutzeinrichtung andererseits weder Abzweige noch Steckvorrichtungen enthält.

41.7.4 Fälle, in denen auf die Schutzeinrichtung zum Schutz bei Überlast verzichtet werden darf

Die folgenden Ausnahmen gelten nicht für Anlagen, für die in technischen Bestimmungen¹⁸⁾ abweichende Anforderungen bestehen.

Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast dürfen entfallen in

- (1) Leitungs- oder Kabelanlagen, in denen mit dem Auftreten von Überlastströmen nicht gerechnet werden muß, vorausgesetzt, daß diese weder Abzweige noch Steckvorrichtungen aufweisen,

Hierunter fallen Verbindungsleitungen zwischen Stromquellen, wie Generatoren, Anlasern, Transformatoren, Gleichrichtern, Akkumulatoren und deren Schaltanlagen, sowie Verbindungsleitungen zu Überspannungsableitern.

- (2) Hilfsstromkreisen, weil dort nicht mit dem Auftreten von Überlastströmen gerechnet werden muß,
- (3) Verteilungsnetzen, die als im Erdreich verlegte Kabel oder als Freileitungen ausgeführt sind.

41.7.5 Fälle, bei denen der Wegfall von Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast aus Sicherheitsgründen erforderlich ist

Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast dürfen nicht eingebaut werden, wenn die Unterbrechung des Stromkreises eine Gefahr darstellen kann. Die Stromkreise sind in diesen Fällen so auszulegen, daß mit dem Auftreten von Überlastströmen nicht gerechnet werden muß.

Beispiele für solche Stromkreise sind:

- (1) Erregerstromkreise von drehenden elektrischen Maschinen,
- (2) Speisestromkreise von Hubmagneten,

18) Siehe z. B. ÖVE-EX 65.

- (3) Sekundärstromkreise von Stromwandlern,
- (4) Stromkreise, die der Sicherheit dienen, z. B. Stromkreise von Feuerlöscheinrichtungen.

In diesen Fällen sollte eine Überlast-Meldeinrichtung vorgesehen werden.

41.8 Schutz bei Kurzschluß

41.8.1 Allgemeines

Schutz bei Kurzschluß besteht darin, Schutzeinrichtungen vorzusehen, die Kurzschlußströme in Leitern von Stromkreisen unterbrechen, ehe für Leiterisolationen, Anschluß- und Verbindungsstellen sowie für die Umgebung von Leitungen und Kabeln schädigende Erwärmung und schädigende mechanische Wirkungen hervorgerufen werden.

41.8.2 Bestimmung des Stromes bei vollkommenem Kurzschluß
Der Strom bei vollkommenem Kurzschluß muß durch eine der folgenden Methoden bestimmt werden:

- (1) Geeignetes Rechenverfahren¹⁹⁾,
- (2) Untersuchungen an einer Netznachbildung,
- (3) Messungen in der Anlage,
- (4) Angaben des EVU.

41.8.3 Kenngrößen der Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Kurzschluß

Die Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Kurzschluß müssen den Bedingungen gemäß § 41.8.3.1 und § 41.8.3.2 entsprechen.

41.8.3.1 Das Ausschaltvermögen muß mindestens dem größten Strom bei vollkommenem Kurzschluß am Einbaort entsprechen.

Ein geringeres Ausschaltvermögen ist jedoch zulässig, wenn der Schutzeinrichtung eine andere Schutzeinrichtung mit dem erforderlichen Ausschaltvermögen vorgeschaltet ist. In diesem Fall müssen die Eigenschaften der beiden Schutzeinrichtungen so aufeinander abgestimmt sein, daß die nachgeschaltete Schutzeinrichtung und die zu schützenden Leitungen bzw. Kabel nicht beschädigt werden (Durchlaßenergie, Verschweißfestigkeit, dynamische Festigkeit der Strombahnen).

Für die Abstimmung der Kenngrößen der beiden Schutzeinrichtungen sind die Angaben der Hersteller heranzuziehen.

41.8.3.2 Die Zeit bis zum Ausschalten des durch einen vollkommenen Kurzschluß in einem beliebigen Punkt des Stromkreises hervorgerufenen Stromes darf nicht länger sein als die Ausschaltzeit t , in der dieser Strom die Leiter auf die zulässige Kurzschlußtemperatur erwärmt.

¹⁹⁾ Siehe z. B. gemäß DIN VDE 0102.

Die zulässige Ausschaltzeit t für Kurzschlüsse bis zu einer Dauer von 5 s kann annähernd gemäß folgender Gleichung bestimmt werden:

$$t = \left(k \frac{A}{I}\right)^2$$

- t zulässige Ausschaltzeit im Kurzschlußfall in Sekunden
- A Leiterquerschnitt in mm²
- I Effektivwert des Stromes bei vollkommenem Kurzschluß in A
- k Materialkoeffizient gemäß Tab. 41-5

Für Ausschaltzeiten über 5 s sind besondere Untersuchungen notwendig.

Bei sehr kurzen zulässigen Ausschaltzeiten ($t < 0,1$ s) und bei Anwendung strombegrenzender Schutzeinrichtungen muß in Dreh- und Wechselstromkreisen wegen der Gleichstromkomponente des Kurzschlußstromes der vom Hersteller angegebene I^2t -Wert kleiner sein als $k^2 A^2$.

LS-Schalter der Energiebegrenzungsklasse 3 gemäß den technischen Bestimmungen²⁰⁾ erfüllen diese Bedingung.

Tab. 41-5: Materialkoeffizient (k -Werte)

Material		1
	Materialkoeffizient k in $A \cdot \sqrt{s/mm}$	
1	PVC-isolierte Kupferleiter	115
2	gummisolierte Kupferleiter	141
3	Weichlotverbindungen für Kupferleiter	115

41.8.4 Anordnung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluß

41.8.4.1 Allgemeines

Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluß müssen am Anfang jedes Stromkreises sowie an jenen Stellen eingebaut werden, an denen die Kurzschlußstrom-Belastbarkeit gemindert wird, sofern eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung den geforderten Schutz bei Kurzschluß nicht sicherstellen kann. Ursachen für die Minderung der Kurzschlußstrom-Belastbarkeit können sein z. B.: Verringerung des Nennquerschnittes, andere Leiterisolation.

41.8.4.2 Versetzen der Schutzeinrichtung für den Schutz bei Kurzschluß

Die Ausnahmen gemäß (a) bis (c) gelten nicht für Anlagen, für die in anderen technischen Bestimmungen abweichende Anforderungen bestehen, z. B. in brand- und explosionsgefährdeten Räumen.

²⁰⁾ Siehe ÖVE-SNEN 80398.

In den Fällen gemäß (a) bis (c) darf die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Kurzschluß abweichend von § 41.8.4.1 im Zuge der zu schützenden Leitung bzw. des zu schützenden Kabels versetzt werden.

Die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Kurzschluß darf im Zuge der zu schützenden Leitung bzw. des zu schützenden Kabels versetzt werden, wenn der zwischen der Querschnittsverringeringung oder sonstigen Änderung einerseits und der Schutzeinrichtung andererseits liegende Leitungs- bzw. Kabelabschnitt gleichzeitig den Bedingungen gemäß (a) bis (c) entspricht:

- (a) Die Länge des Leitungs- bzw. Kabelabschnittes beträgt höchstens 3 m,
- (b) der Leitungs- bzw. Kabelabschnitt ist so verlegt, daß die Gefahr eines Kurzschlusses auf ein Mindestmaß beschränkt ist,
Diese Bedingung wird erfüllt z. B. durch eine Verstärkung des Schutzes der Leitung bzw. des Kabels gegen äußere Einflüsse.
- (c) Der Leitungs- bzw. Kabelabschnitt ist so ausgeführt, daß die Gefahr von Brand- und/oder Personenschäden auf ein Mindestmaß beschränkt ist.

Die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Kurzschluß darf im Zuge einer zu schützenden Leitung bzw. eines zu schützenden Kabels maximal so weit versetzt werden, daß die Leitung bzw. das Kabel entsprechend den Anforderungen gemäß § 41.8.3.2 bei Kurzschluß noch geschützt ist und dieser Nachweis im Einzelfall (z. B. mittels graphischer oder rechnerischer Verfahren²¹⁾ erbracht werden kann.

41.8.4.3 Fälle, in denen auf den Schutz bei Kurzschluß verzichtet werden darf

Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Kurzschluß dürfen entfallen

- (1) für Verbindungsleitungen oder -kabel, die Generatoren, Transformatoren, Gleichrichter und Akkumulatoren mit deren Schaltanlagen verbinden,
- (2) in Stromkreisen gemäß § 41.7.5, deren Unterbrechungen den Betrieb der entsprechenden Anlagen gefährden,
- (3) in bestimmten Meßstromkreisen oder
- (4) wenn beide nachstehend angegebenen Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- (a) die Leitung oder das Kabel ist so ausgeführt, daß die Gefahr eines Kurzschlusses auf ein Mindestmaß beschränkt ist, siehe § 41.8.4.2(b),

21) Siehe Fachliteratur, z. B. VDE-Schriftenreihe 52, Tab. B4 bis B23, VDE-Schriftenreihe 32.

- (b) die Leitung oder das Kabel befindet sich nicht in der Nähe brennbarer Materialien.

41.9 Koordinieren des Schutzes bei Überlast und Kurzschluß

41.9.1 Schutz durch eine gemeinsame Schutzeinrichtung

Entspricht das Ausschaltvermögen einer gemäß § 41.7.2 ausgewählten Schutzeinrichtung für den Schutz bei Überlast mindestens dem Strom bei vollkommenem Kurzschluß an der Einbaustelle, so stellt sie gleichzeitig den Schutz bei Kurzschluß der nachgeschalteten Leitungen oder Kabel sicher.

41.9.2 Schutz durch getrennte Schutzeinrichtungen

Die Anforderungen gemäß § 41.7 und § 41.8 gelten in diesem Fall jeweils unabhängig voneinander für die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Überlast und die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Kurzschluß.

Die Eigenschaften der beiden Schutzeinrichtungen müssen so aufeinander abgestimmt sein, daß die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Überlast im Kurzschlußfall nicht beschädigt wird (Durchlaßenergie, Verschweißfestigkeit, dynamische Festigkeit der Strombahnen).

41.10 Überstrombegrenzung durch die Art der Einspeisung

Schutz bei Überlast und Kurzschluß der Leiter ist auch gegeben, wenn die Stromquelle keinen die Strombelastbarkeit der Leiter überschreitenden Strom zu liefern vermag (z. B. Klingeltransformatoren, Schweißtransformatoren etc.).

41.11 Zuordnung der Schutzeinrichtungen zu den Leitungen bzw. Kabeln

Für Elektroinstallationen in Wohngebäuden und in Gebäuden mit vergleichbaren Anforderungen ist die Zuordnung der Schutzeinrichtungen zu den Leitungen bzw. Kabeln gemäß Tab. 41-6 bzw. Tab. 41-7 zu treffen. Den Werten der Tabellen 41-6 und 41-7 ist eine Umgebungstemperatur von 25 °C zugrunde gelegt.

§ 41

ÖVE-EN 1 Teil 3

Tab. 41-7: Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen zu Leitungen und Kabeln in Wohnungen und in Gebäuden mit vergleichbaren Anforderungen

Sicherungen der Betriebsklasse gI_{22} , Leitungsschutzschalter mit den Auslösekenntlinien I_n (23)

1	Leitungen														Kabel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Bauart	PVC														
Zuverlässige Betriebs-temperatur	70 °C														
Belastungsart	Dauerbetrieb mit maximalen Nennstrom der Schutzeinrichtung														
Umgebungs-temperatur	25 °C														
Verriegelung	A														
Anzahl der belasteten Adern	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	
Nennquerschnitt des Kupferleiters	maximaler Nennstrom der Sicherung oder des Leitungsschutzschalters in A ¹⁾														
9	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	40	50	63	80	100	125	

¹⁾ Sollten Zwischenwerte (z. B. 12 A oder 32 A bei Sicherungen) bei der verwendeten Leitungsschutzeinrichtung nicht verfügbar sein, ist der nächstkleinere Nennstrom zu wählen (z. B. 10 A bzw. 25 A).

²²⁾ Siehe ÖVE-SN 40.

²³⁾ Siehe ÖVE-SN 52.

41-23

1995-03

§ 41

ÖVE-EN 1 Teil 3

Tab. 41-6: Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen zu Leitungen und Kabeln in Wohnungen und in Gebäuden mit vergleichbaren Anforderungen														
Leitungsschutzschalter mit den Auslösekenntlinien B, C und D.														
Es wird darauf hingewiesen, daß die Auslösekenntlinie D für den Einsatz in Industrieanlagen vorgesehen ist.														
1	Leitungen													
2	PVC													
3	Zuverlässige Betriebstemperatur													
4	Belastungsart													
5	Umgebungs-temperatur													
6	Verriegelung													
7	Anzahl der belasteten Adern													
8	maximaler Nennstrom des Leitungsschutzschalters in A													
9	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	40	50	63	80	100	125

41-22

1995-03

41.12 Schutz gemäß der Art der Stromkreise**41.12.1 Schutz der Außenleiter**

Überstrom-Schutzeinrichtungen sind in allen Außenleitern vorzusehen; sie müssen das Ausschalten jenes Leiters, in dem der Überstrom auftritt, bewirken, nicht aber unbedingt auch das Ausschalten der übrigen aktiven Leiter.

Wenn das Ausschalten eines einzelnen Außenleiters eine Gefahr verursachen kann, z. B. bei Drehstrommotoren, müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden z. B. Motorschutzschalter mit Phasenausfallschutz.

41.12.2 Schutz des Neutralleiters (N-Leiter)**41.12.2.1 Allgemeines**

Wenn der Neutralleiter belastet wird, ohne daß die Außenleiter entsprechend entlastet werden, muß der Neutralleiter bei der Ermittlung des Bemessungsstromes des Stromkreises mitberücksichtigt werden.

Darartige Neutralleiterströme können beispielsweise durch ausgeprägte Oberschwingungsströme 3 x n-ter Ordnung in Drehstromkreisen hervorgerufen werden.

Wenn das Ausschalten des Neutralleiters erforderlich ist, muß die verwendete Schutzeinrichtung so beschaffen sein, daß der Neutralleiter in keinem Fall vor den Außenleitern ausgeschaltet und nicht nach diesen eingeschaltet werden kann.

41.12.2.2 TN- oder TT-Systeme

Entspricht der Querschnitt des Neutralleiters mindestens dem Querschnitt der Außenleiter, ist für den Neutralleiter weder eine Überstromerfassung noch eine Ausschalteinrichtung erforderlich.

Ist der Querschnitt des Neutralleiters geringer als jener der Außenleiter, ist eine seinem Querschnitt angemessene Überstromerfassung im Neutralleiter vorzusehen; diese Überstromerfassung muß das Ausschalten der Außenleiter, jedoch nicht unbedingt die des Neutralleiters, bewirken. Auf diese Überstrom-Schutzeinrichtung darf jedoch verzichtet werden, wenn gleichzeitig folgende Bedingungen erfüllt werden:

- (a) Der Neutralleiter ist durch die Schutzeinrichtung der Außenleiter des Stromkreises bei Kurzschluß geschützt,
- (b) der Höchststrom, der den Neutralleiter durchfließen kann, ist bei normalem Betrieb beträchtlich geringer als der Wert der Strombelastbarkeit dieses Leiters.

Diese Bedingung ist erfüllt, wenn die übertragene Leistung möglichst gleichmäßig auf die Außenleiter aufgeteilt ist.

41.12.2.3 IT-System

Wenn das Mitführen des Neutralleiters erforderlich ist, muß im Neutralleiter jedes Stromkreises eine Überstrom-Schutzeinrichtung vorgesehen werden, die das Ausschalten aller aktiven Leiter des betreffenden Stromkreises, einschließlich des Neutralleiters, bewirkt.

41.12.3 Schutz der Leiter mit Schutzfunktion (PE-, PEN-Leiter)

41.12.3.1 PE-Leiter dürfen in ihrem gesamten Verlauf keine nur auf sie allein wirkende Überstromschutzeinrichtungen enthalten.

41.12.3.2 Bei PEN-Leitern mit Überstromerfassung müssen Einrichtungen zur Überwachung des Stromes, z. B. Stations-Schutzschalter, beim Ansprechen entweder nur die Außenleiter oder die Außenleiter gemeinsam mit dem PEN-Leiter praktisch gleichzeitig ausschalten.

41.13 Zusatzbestimmungen für Licht- und Steckdosenstromkreise

41.13.1 Bei der Bemessung von Überstromschutzeinrichtungen für Licht- und Steckdosenstromkreise ist nicht nur auf den zulässigen Dauerstrom der Leitungen sondern auch auf den Nennstrom des Installationsmaterials zu achten. Es gilt der niederste Wert.

In keinem Fall darf der Nennstrom der Überstromschutzeinrichtung größer sein als der Nennstrom der eingebauten Steckvorrichtungen.

Bei Leuchtstofflampen- und Leuchtstoffröhrenstromkreisen sowie bei Lichtstromkreisen mit Fassungen E 40, ist besonders auf den Nennstrom der Installationsschalter zu achten.

ANHANG

A1 Tabellen

Im folgenden werden Tabellenauszüge aus dem CENELEC-Report R064-001 und aus anderen Veröffentlichungen wiedergegeben, deren sachgemäße Anwendung die Erfüllung der Bemessungsanforderungen des § 41 sicherstellt.

A1.1 Für die Berücksichtigung abweichender Verlege- bzw. Betriebsbedingungen dürfen die Faktoren f_1 bis f_7 gemäß Tab. A1-1 in Verbindung mit § 41.4.3.2, § 41.4.3.3, § 41.4.3.5, § 41.5.2 und § 41.5.2.8 herangezogen werden.

Tab. A1-1: Umrechnungsfaktoren bei abweichenden Bedingungen

Kurzzeichen	1 Umrechnungsfaktor für	2 Festgelegte Bedingungen	3 Abweichende Bedingungen	4
1 f_1	Häufung	Einzelverlegung	Zwei und mehr Leitungen bzw. Kabel	Tab. A1-2
2 f_2	Mehr- und vieladrig verlegte Leitungen bzw. Kabel	Zwei oder drei belastete Adern	Mehr als drei belastete Adern	Tab. A1-3
3 f_3	Aufgewickelte Leitungen	Keine aufgewickelten Leitungen	Aufgewickelte Leitungen in einem oder mehreren Lagen	Tab. A1-4
4 f_4	Abweichende Umgebungstemperaturen	Leitungen und nicht in Erde verlegte Kabel 30 °C, in Erde verlegte Kabel 20 °C	Temperaturen < 30 °C Temperaturen > 30 °C Temperaturen < 20 °C Temperaturen > 20 °C	Tab. A1-5
5 f_5	Abweichende spezifische Erdbodenwärmewiderstände bei Kabelverlegung in Erde und Belastungsgrad bei Kabelverlegung in Erde	1 K·m/W und 0,7	< 1 K·m/W > 1 K·m/W und < 0,7 > 0,7	Tab. A1-6
6 f_6	Kabel	Kabel in Erde	Überschubrohr > 6 m $f_6 = 0,85^{1)}$	§ 41.4.3.6.3
7 f_7	Gleichzeitigkeit	In Ausarbeitung		§ 41.4.3.3

¹⁾ Für hohe Übertragungsleistungen kann eine Berechnung gemäß IEC 287 durchgeführt werden. Liegen keine Abweichungen vor, gilt $f_6 = 1$.

A1.2 Für die Berücksichtigung der Häufung von Leitungen und Kabeln kann der Faktor f_1 gemäß Tab. A1-2 in Verbindung mit § 41.4.3.2 herangezogen werden.

Anordnung	1	2	3	4	5
Gebündelte Verlegung					
Einlagig auf dem Boden mit Berührung					
Einlagig auf dem Boden mit Abstand					
Unter der Decke mit Berührung					
Unter der Decke mit Abstand					

Tab. A1-2: Umrechnungsfaktor f_1 für die Häufung

Anzahl der mehradrigen Leitungen und Kabel ¹⁾	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Anzahl der Wannen oder Roste	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,48	0,52	0,57	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,88	0,95
2	0,70	0,71	0,72	0,73	0,75	0,79	0,83	0,87	0,90	0,95	0,98
3	0,84	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93
4	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
5	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
6	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
7	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
8	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
9	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
10	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94

¹⁾ Bei einer größeren Anzahl von mehradrigen Leitungen bzw. Kabel ist eine Extrapolation vorzunehmen; bei Verwendung von einadrigen Leitungen oder einadrigen Kabeln sind diese entsprechend der daraus jeweils gebildeten Wechsel- oder Drehstromkreise zusammenzufassen und die dadurch gebildeten Leitungs- oder Kabelsysteme wie mehradrige Leitungen bzw. Kabel zu behandeln.

12	Kabel in Erde									
11	Einlagig übereinander an der Wand mit Berührung									
10	Auf Kabelrosten liegend mit Abstand; unbehinderte Luftzirkulation									
9										
8										
7										
6										
5										
4										
3										
2										
1										

Fortsetzung der Tab. A1-2

Fortsetzung nächste Seite

9	Auf Kabelrosten liegend mit Abstand; unbehinderte Luftzirkulation									
8	Auf Kabelrosten liegend mit Berührung; behinderte Luftzirkulation durch aneinander liegende Leitungen oder Kabeln									
7	Auf Kabelwannen liegend mit Abstand; behinderte Luftzirkulation durch nach unten geschlossene Wannen									
6	Auf Kabelwannen liegend mit Berührung; behinderte Luftzirkulation durch nach unten geschlossene Wannen									
5										
4										
3										
2										
1										

Fortsetzung Tab. A1-2

A2 Zulässiger Dauerstrom I_Z bei parallel geschalteten Leitungen oder Kabeln unterschiedlichen Querschnittes

$$I_Z = I_Z(A_{\max}) \times (1 + A_1/A_{\max} + \dots + A_N/A_{\max})$$

$I_Z(A_{\max})$ zulässiger Dauerstrom des Leiters mit größtem Querschnitt

$A_{\max}$ größter Querschnitt der parallelgeschalteten Leiter

A_1 bis A_N Querschnitte der übrigen parallelgeschalteten Leiter

A3 Mehrmotorenantrieb

A3.1 Für die Bemessung der Leiterquerschnitte gemäß § 41.5.2.4 kann das folgende Verfahren angewandt werden:

Liegt ein regelmäßiger Verlauf von Betriebsstrom-/Einschaltstrom-Intervallen (t_1, t_2), (t_2, t_2) im Belastungsdiagramm vor, ist der quadratische Mittelwert des Stromes I_M gemäß der Formel zu berechnen:

$$I_M = \sqrt{\frac{I_1^2 \cdot t_1 + I_2^2 \cdot t_2 + \dots + I_N^2 \cdot t_N}{t_1 + t_2 + \dots + t_N}}$$

I_M quadratischer Mittelwert des Stromes

I_1, I_2, I_N Betriebsströme in den Zeitintervallen

t_1, t_2, t_N Einschaltdauer der Betriebsströme

Bei Belastungsfällen mit unregelmäßigem Verlauf ist der Belastungsverlauf in Zeitabschnitte von jeweils 1 s zu zerlegen. Die Strommittelwerte in den 1 s-Intervallen sind als I_N mit $t_N = 1$ s in die Formel einzusetzen und daraus I_M zu berechnen. Bezüglich der Bemessung der Leitungen darf dieser Mittelwert I_M dem Wert I_A in Tab. 41-2 gleichgesetzt werden, solange die Einschaltdauer des Spitzenstromes unter den Werten gemäß Tab. A3-1 liegt.

Tab. A3-1: Zulässige Einschaltdauer bezogen auf den quadratischen Mittelwert

	1		2	
	Nennquerschnitt mm ²		Zulässige Einschaltdauer s	
1	bis 6		4	
2	von 10 bis 25		8	
3	von 35 bis 50		15	
4	von 70 bis 150		30	
5	von 165 und mehr		60	

Ist die Einschaltdauer länger, ist gemäß § 41.5 2.3 zu verfahren. Bei Kabeln ist sinngemäß zu verfahren. Nähere Hinweise siehe Fachliteratur²⁴⁾.

24) Siehe z. B. VDE-Schriftenreihe 32.